



UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA

***RÉGIMEN DE INCENDIOS EN ESPAÑA PENINSULAR: 1974-94.
RELACIONES CON LA CLIMATOLOGÍA Y EL PAISAJE***

Tesis Doctoral presentada por

Antonio Vázquez de la Cueva

bajo la dirección de José M. Moreno Rodríguez

Vº Bº

José M. Moreno Rodríguez
Profesor Titular de Ecología

Antonio Vázquez de la Cueva



Madrid, Octubre de 1996

Dedicado a mis padres, a mis hermanos y a Mariluz

Lo mismo que el fuego fatuo
Lo mismo es el querer
Le huyes y te persigue
Le llamas y echa a correr

El Amor Brujo

M. de Falla y Gregorio M. Sierra

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas que han colaborado en que un proyecto como éste llegue al final de una etapa y a las que deseo agradecer su ayuda. Quiero mencionar a algunas y disculparme ante las no mencionadas.

Agradezco la colaboración prestada por José M. Vázquez, Ricardo Vélez y Juan C. Mérida que, como miembros del antiguo Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza, han hecho posible una parte de este trabajo al facilitarme los datos de los incendios forestales registrados en España en los últimos años. Agradezco también la ayuda prestada por Pedro Cuesta y José R. Barrios, del Centro de Proceso de Datos de la UCM, y por Emilio Chuvieco y Javier Salas, del Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá de Henares.

Agradezco la atención de Frank Davis, y la experiencia adquirida en su Laboratorio de Biogeografía de la UCSB en Santa Bárbara, y la ayuda prestada por Walter Oechel y Mitch Jenkins durante mi estancia en el Departamento de Biología de la SDSU en San Diego.

Este trabajo se ha llevado a cabo en el Laboratorio de Ecología del Fuego, a cuyos integrantes: Beatriz Pérez, Alfonso Moreno, Alberto Cruz, José R. Quintana, Ángel Velasco y Pilar Villarrubia estoy muy agradecido. Quiero también agradecer la colaboración prestada por Federico Fernández, Adrián Escudero y Joaquín Fernández.

Hago extensivo mi agradecimiento a todos los miembros del Departamento de Ecología de la Facultad de Biología de la UCM, estudiantes y profesores, a los que he recurrido en busca de ayuda en múltiples ocasiones.

El apoyo constante proporcionado por mis padres, hermanos, amigos y especialmente María Luz Manzano ha sido decisivo durante estos últimos años, en los que he renunciado a actividades queridas para alcanzar otras metas. Por último, quiero agradecer la dedicación y la tenacidad puesta en este proyecto por José M. Moreno, director del mismo.

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a una beca de Formación de Personal Investigador concedida por el Ministerio de Educación y Ciencia, una beca de la Comunidad Europea (proyecto Environment CT91-0017), al convenio 541-A entre la UCM y el ICONA, y a otras ayudas.

RÉGIMEN DE INCENDIOS EN ESPAÑA PENINSULAR: 1974-94.
RELACIONES CON LA CLIMATOLOGÍA Y EL PAISAJE

ÍNDICE

<i>PRESENTACIÓN</i>	XI
---------------------------	----

PARTE I

Capítulo 1. Los incendios forestales en España peninsular: 1974-94

<i>1.1. INTRODUCCIÓN</i>	2
<i>1.2. MATERIAL Y MÉTODOS</i>	5
<i>1.2.1. Referencias generales de los datos empleados</i>	5
<i>1.2.1.1. Procedencia de los datos</i>	5
<i>1.2.1.2. Datos de incendios no disponibles o excluidos</i>	5
<i>1.2.2. Representación cartográfica. Mapa de cuadrículas</i>	6
<i>1.2.3. Especies de arbolado afectadas</i>	7
<i>1.2.4. Régimen de incendios</i>	8
<i>1.3. RESULTADOS</i>	9
<i>1.3.1. Tendencias anuales y mensuales en la incidencia de los incendios</i>	9
<i>1.3.1.1. Tendencias anuales en España</i>	9
<i>1.3.1.2. Tendencias mensuales</i>	9
<i>1.3.2. Distribución geográfica de los incendios en España</i>	12
<i>1.3.2.1. Número de incendios y superficie quemada</i>	12
<i>1.3.2.2. Número de incendios y superficie quemada por causa de inicio</i>	15
<i>1.3.3. Tendencias anuales a nivel de cuadrículas</i>	18
<i>1.3.3.1. Incidencia anual por cuadrículas</i>	18
<i>1.3.3.2. Análisis de los incendios por tamaños</i>	21
<i>1.3.4. Tipo de vegetación quemada</i>	24
<i>1.3.4.1. Superficie arbolada y desarbolada</i>	24
<i>1.3.4.2. Proporción de arbolado y duración de los incendios</i>	26
<i>1.3.4.3. Especies arbóreas afectadas</i>	26

1.3.5. <i>Tamaños máximos por cuadrícula y grandes incendios</i>	35
1.3.5.1. <i>Tamaños máximos</i>	35
1.3.5.2. <i>Grandes incendios</i>	38
1.3.6. <i>Frecuencia de incendios y periodo de rotación</i>	38
1.4. DISCUSIÓN	41
1.4.1. <i>Los incendios en España peninsular</i>	41
1.4.2. <i>Tendencias en la incidencia de los incendios en España peninsular</i>	42
1.4.2.1. <i>Patrones generales</i>	42
1.4.2.2. <i>Tipo de vegetación quemada</i>	42
1.4.3. <i>Tendencia hacia un mayor peso de los grandes incendios</i>	43
 Capítulo 2. <i>Patrones espaciales y temporales de los incendios originados por rayos y por el hombre en España peninsular</i>	
2.1. INTRODUCCIÓN	46
2.2. MATERIAL Y MÉTODOS	48
2.2.1. <i>Datos de incendios</i>	48
2.2.2. <i>Representación espacial</i>	48
2.2.3. <i>Usos forestales</i>	49
2.2.4. <i>Sectores biogeográficos</i>	49
2.2.5. <i>Procedimientos</i>	51
2.3. RESULTADOS	52
2.3.1. <i>Tendencias anuales</i>	52
2.3.2. <i>Patrones espaciales</i>	56
2.3.3. <i>Patrones estacionales y altitudinales</i>	60
2.3.4. <i>Comparaciones a nivel de cuadrícula</i>	63
2.3.5. <i>Sectores biogeográficos</i>	65
2.4. DISCUSIÓN	67
2.4.1. <i>Tendencias anuales</i>	67
2.4.2. <i>Patrón “natural” de incendios</i>	68
2.4.3. <i>Incendios de rayos y humanos: valoración regional</i>	70

Capítulo 3. Relaciones entre territorios delimitados por series de vegetación potencial y el régimen de incendios reciente en España peninsular

3.1. INTRODUCCIÓN	75
3.2. MATERIAL Y MÉTODOS	77
3.2.1. Incendios forestales registrados en el periodo 1974-94.....	77
3.2.2. Series de vegetación.....	78
3.2.3. Delimitación del territorio forestal actual.....	79
3.2.4. Variables empleadas.....	81
3.2.4.1. Variables descriptoras del régimen de incendios.....	81
3.2.4.2. Variables descriptoras de los factores externos.....	81
3.2.5. Procedimientos	82
3.2.5.1. Análisis de ordenación.....	82
3.2.5.2. Interpretación de los diagramas de ordenación.....	83
3.3. RESULTADOS	86
3.3.1. Régimen de incendios y territorios de vegetación potencial similar.....	86
3.3.1.1. Número de incendios y tipos de vegetación	86
3.3.1.2. Superficie quemada y tipos de vegetación	89
3.3.2. Régimen de incendios y factores externos	91
3.3.2.1. Número de incendios y condiciones meteorológicas	94
3.3.2.2. Superficie quemada y condiciones meteorológicas	94
3.3.2.3. Número de incendios y causa de inicio.....	97
3.3.2.4. Superficie quemada y causa de inicio.....	97
3.3.2.5. Número de incendios y usos forestales	100
3.3.2.6. Superficie quemada y usos forestales	100
3.4. DISCUSIÓN.....	102
3.4.1. Valoración de la aproximación efectuada	102
3.4.2. Régimen de Incendios y tipo de vegetación	103
3.4.3. Régimen de incendios y variables externas.....	104
3.4.2.1. Condiciones meteorológicas	104
3.4.2.2. Causa de inicio	105
3.4.2.3. Usos Forestales	106

PARTE II

Capítulo 4. Relaciones entre la incidencia anual de incendios y variables climáticas en zonas mediterráneas y atlánticas de España

4.1. INTRODUCCIÓN.....	111
4.2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	113
4.2.1. Zona de estudio.....	113
4.2.2. Datos de incendios.....	114
4.2.3. Datos meteorológicos.....	115
4.2.4. Procedimientos.....	115
4.3. RESULTADOS.....	117
4.3.1. Relaciones en las tres zonas.....	117
4.3.1. Relaciones para incendios de distinta causa.....	119
4.4. DISCUSIÓN.....	124
4.4.1. Patrones de relación en las tres zonas.....	124
4.4.2. Patrones de relación por causa del incendio.....	125

Capítulo 5. Patrones estacionales y del tamaño de los incendios en un gradiente climático y sus relaciones con variables climáticas

5.1. INTRODUCCIÓN.....	128
5.2. MATERIAL Y MÉTODOS.....	131
5.2.1. Datos empleados y zona de estudio.....	131
5.2.1. Procedimientos.....	131
5.3. RESULTADOS.....	133
5.3.1. Distribución estacional de los incendios por causas y zonas.....	133
5.3.2. Patrones de tamaño.....	138
5.3.3. Desigualdades en el tamaño de los incendios. Representaciones gráficas.....	143
5.3.4. Ajustes de los datos observados.....	143
5.3.5. Relaciones de P_{90} con las variables meteorológicas.....	146
5.4. DISCUSIÓN.....	148
5.4.1. Patrones temporales.....	148

5.4.2. Patrones de tamaño	149
5.4.3. Patrones de tamaño y variables meteorológicas.....	150

PARTE III

Capítulo 6. Cambios en la estructura del paisaje arbolado en una zona del Sistema Central

6.1. INTRODUCCIÓN	154
6.2. MATERIAL Y MÉTODOS	158
6.2.1. Área de estudio.....	158
6.2.2. Interpretación de fotografías aéreas	158
6.2.3. Correcciones geométricas.....	159
6.2.4. Análisis de las imágenes.....	161
6.2.4.1. Manchas de arbolado.....	161
6.2.4.2. Clases de densidad de arbolado.....	161
6.2.5. Índices estructurales del paisaje arbolado	162
6.2.5.1. Índice de dominancia.....	162
6.2.5.2. Índice de contagio.....	163
6.2.5.3. Dimensión fractal	164
6.2.6. Cambios en los territorios ocupados por arbolado entre 1957 y 1985	166
6.2.6.1. Cruce de las imágenes	166
6.2.6.2. Cambios en el arbolado en relación a los incendios y las cortas.....	166
6.2.7. Análisis estadísticos.....	167
6.3. RESULTADOS	168
6.3.1. Características estructurales	168
6.3.2. Clases de densidad del arbolado.....	171
6.3.3. Índices de la estructura del paisaje arbolado.....	173
6.3.4. Cambios en la cobertura del arbolado.....	178
6.3.5. Incendios, cortas y cambios en el arbolado.....	181
6.4. DISCUSIÓN.....	183
6.4.1. Estructura del arbolado.....	183
6.4.2. Índices del paisaje	184
6.4.3. Cambios en el arbolado.....	186
6.4.4. Estructura del arbolado e incendios	187

**Capítulo 7. *Distribución espacial de los incendios forestales
en una zona de la vertiente sur de la Sierra de Gredos***

7.1. INTRODUCCIÓN	191
7.2. MATERIAL Y MÉTODOS	195
7.2.1. <i>Área de estudio</i>	195
7.2.2. <i>Interpretación de las fotografías aéreas y restitución a mapas</i>	195
7.2.3. <i>Tipos de uso y territorio forestal</i>	197
7.2.4. <i>Modelo digital del terreno</i>	199
7.2.5. <i>Otras fuentes de información y verificaciones</i>	199
7.3. RESULTADOS	201
7.3.1. <i>Incendios registrados y cartografiados</i>	201
7.3.2. <i>Análisis espacial de la superficie quemada</i>	204
7.3.3. <i>Patrón espacial de las áreas afectadas por incendios</i>	211
7.3.4. <i>Los incendios en función de la topografía</i>	214
7.4. DISCUSIÓN	217
7.4.1. <i>Incidencia espacial de los incendios</i>	217
7.4.2. <i>Intervalos de recurrencia</i>	218
7.4.3. <i>Influencia de la topografía</i>	220
7.4.4. <i>Causas</i>	221
CONCLUSIONES	224
BIBLIOGRAFÍA	231
 ANEXOS	
<i>Anexo 1: Número de incendios por provincias y años</i>	246
<i>Anexo 2: Superficie quemada por provincias y años</i>	247
<i>Anexo 3: Conatos de incendio</i>	248
<i>Anexo 4: Incendios con tamaño ≥ 1000 hectáreas</i>	249
<i>Anexo 5: Cuadrículas de referencia</i>	259

<i>Anexo 6: Especies de arbolado afectadas anualmente.....</i>	<i>260</i>
<i>Anexo 7: Accidentes orográficos.....</i>	<i>261</i>
<i>Anexo 8: Mapas anuales del número de incendios</i>	<i>262</i>
<i>Anexo 9: Mapas anuales de la superficie quemada.....</i>	<i>266</i>
<i>Anexo 10: Mapas anuales de los incendios ≥ 500 hectáreas</i>	<i>270</i>
<i>Anexo 11: Usos del territorio.....</i>	<i>274</i>
<i>Anexo 12: Mapas de uso del territorio.....</i>	<i>275</i>
<i>Anexo 13: Mapas de las series de vegetación potencial</i>	<i>276</i>

PRESENTACIÓN

Los incendios forestales son el resultado de múltiples interacciones entre elementos de muy distinto carácter entre los que las fuentes de ignición, la disponibilidad de combustibles para arder y la presencia de condiciones meteorológicas propicias para la propagación del fuego son decisivos. El fuego se propaga a través de la vegetación pero las relaciones entre los incendios y la vegetación son complejas. Por un lado, la susceptibilidad al fuego de distintos tipos de vegetación dependerá de las condiciones climáticas y meteorológicas dominantes (como expresión a corto plazo de los avatares climáticos). Por otro lado, la vegetación de distintos territorios está muy condicionada tanto por las condiciones climáticas, como por la intervención del hombre y, en numerosas zonas, también por la incidencia que haya tenido el fuego previamente sobre las distintas comunidades vegetales presentes. Por último, la importancia del hombre por mediación de las fuentes de ignición y la extinción activa del fuego introduce nuevas componentes en el tipo de incendios que se pueden registrar en un determinado lugar. El resultado final de estas interacciones son patrones espaciales y temporales muy variables en función de los distintos elementos implicados.

Cuando el tipo de historia de incendios que se registra en una región presenta patrones característicos, sobre todo si estos son más o menos estables, se puede hablar de régimen de incendios. En la definición del régimen de incendios de un territorio y en un periodo de tiempo determinado se incluyen componentes espaciales (tamaño de los incendios, superficie quemada, patrón espacial), temporales (frecuencia de incendios, periodo de rotación, intervalo de recurrencia, estacionalidad) y otros relacionados con los efectos sobre el ecosistema (intensidad del fuego y gravedad del mismo). Los distintos parámetros del régimen de incendios son elementos importantes en el estudio de la incidencia del fuego sobre la vegetación y el paisaje. A su vez, estos elementos son importantes para determinar en qué medida son sensibles a factores externos entre los que se situarían las condiciones meteorológicas y el paisaje en el que se propagan los incendios.

Este sería el marco de referencia general en el que se situaría este trabajo, cuyo objetivo es profundizar en el conocimiento del régimen de incendios registrado en España y sus relaciones con las condiciones climáticas y el paisaje. Cada uno de los capítulos que integran esta Tesis Doctoral está concebido como un trabajo independiente

y por ello se ha mantenido en todos una misma estructura. Los siete capítulos se presentan organizados en tres partes que se corresponden con marcos de referencia espaciales y temporales distintos. A continuación se presentan los objetivos principales perseguidos en cada uno de ellos.

La **Primera Parte** está dedicada fundamentalmente al análisis y a la presentación gráfica de los datos estadísticos derivados de los incendios forestales registrados en España peninsular en el periodo 1974-94. Este apartado está integrado por los Capítulos 1, 2 y 3.

El Capítulo 1 *"Los incendios forestales en España peninsular: 1974-94"* tiene como objetivo fundamental analizar a nivel espacial, por medio de cuadrículas de 10x10 km, la incidencia que han tenido los incendios forestales registrados en los últimos años en España peninsular. Algunos aspectos tratados son: analizar los patrones seguidos por el número de incendios, por la superficie quemada y por el tamaño de los incendios, y valorar el tipo de vegetación quemada y las principales especies de arbolado afectadas. Además, se analizan los tamaños máximos registrados y se presentan mapas de dónde se han registrado grandes incendios. Por último, se realiza una valoración de la incidencia de los incendios a nivel de cuadrículas de 10x10 km por medio de la frecuencia de incendios y el periodo de rotación asociado a la superficie forestal presente en cada cuadrícula.

En el Capítulo 2 *"Patrones espaciales y temporales de los incendios originados por rayos y por el hombre en España peninsular"* se analizan los patrones temporales y de distribución espacial derivados de los incendios originados por rayos y su relación con los obtenidos de los incendios originados por mediación del hombre en el periodo 1974-94. Se comparan a nivel de cuadrículas de 10x10 km la incidencia de los dos tipos de incendios (por medio del número de incendios y de la superficie quemada), las condiciones meteorológicas en las que se iniciaron y otras características relativas a la altitud, el momento en que se producen, los tamaños registrados y el tipo de vegetación afectado. Además, se determinan las áreas en las que los incendios originados por rayos han sido proporcionalmente importantes y se compara la frecuencia de incendios y el periodo de rotación asociado a los dos tipos de incendios a nivel de sectores biogeográficos.

En el Capítulo 3 *"Relaciones entre territorios delimitados por series de vegetación potencial y el régimen de incendios reciente en España peninsular"* se analizan los patrones de variación de distintas variables representativas del régimen de

incendios registrado en el periodo 1974-94 en territorios ecológicamente homogéneos, en tanto que han estado delimitados a partir de las series de vegetación potencial, y las similitudes en el régimen de incendios entre territorios pertenecientes a series con el mismo tipo de vegetación arbórea. Además, empleando como unidades de referencia los mismos territorios, se analiza la relación entre el régimen de incendios y tres conjuntos de factores externos: condiciones meteorológicas, causa de inicio del incendio y usos forestales. Se presentan mapas con los valores en cada territorio de las variables analizadas y se emplean análisis multivariantes de ordenación para obtener información de las relaciones entre los distintos conjuntos de datos, representativos tanto de los factores externos como del régimen de incendios.

En la **Segunda Parte** se realiza un estudio comparativo de los patrones de incidencia de los incendios en tres zonas de España peninsular situadas a lo largo de un gradiente climático. Los datos de los incendios utilizados en este apartado son los del periodo 1974-88. Este apartado está integrado por los Capítulos 4 y 5.

En el Capítulo 4 *"Relaciones entre la incidencia anual de incendios y variables climáticas en zonas mediterráneas y atlánticas de España"* se analiza la relación existente entre distintas variables climáticas anuales, relativas a las precipitaciones y a las temperaturas, y la incidencia de incendios (número de incendios y superficie quemada) en tres zonas de España peninsular. El uso de tres zonas con clima distinto (Norte, Centro y Levante) permite evaluar si las mismas variables presentan el mismo poder predictivo en distintas situaciones climáticas. El análisis se completa al calcular las mismas relaciones para incendios originados por distinta causa y poder valorar así el papel de hombre en el contexto del gradiente climático elegido.

En el Capítulo 5 *"Patrones temporales y del tamaño de los incendios en un gradiente climático y sus relaciones con variables climáticas"* se explora cómo zonas con condiciones climáticas distintas difieren en los patrones de distribución estacional y en la distribución de tamaños de los incendios registrados en ellas. El estudio a lo largo del gradiente climático se ha completado con el análisis de la variabilidad anual de los patrones estacionales y de tamaños y su relación con distintas variables climáticas anuales. Estos análisis se han llevado a cabo para los cinco tipos de incendio establecidos a partir de la causa de origen.

La **Tercera Parte** se centra, por un lado, en el estudio de los cambios registrados en la estructura del paisaje durante las últimas décadas y, por otro, en el análisis de las interacciones entre estos cambios y los incendios registrados en la misma zona. Por

medio de la reconstrucción de las áreas afectadas por incendios se discute la importancia que el fuego ha tenido en la conformación del paisaje y cómo puede condicionar la incidencia futura de los incendios. Los dos Capítulos que forman este apartado, 6 y 7, están referidos a una zona concreta de la vertiente sur de la Sierra de Gredos que ha registrado una incidencia elevada de incendios durante las últimas décadas.

El Capítulo 6 *"Cambios en la estructura del paisaje arbolado en una zona del Sistema Central"* se basa en la comparación de la distribución de la superficie arbolada, obtenida a partir de la interpretación de fotografías aéreas, en los años 1957 y 1985. De esta manera se ha podido realizar una cartografía de la distribución del arbolado en los dos años analizados, comparar sus características estructurales (número de manchas, tamaños medios y máximos), cuantificar la configuración espacial del arbolado por medio de índices estructurales del paisaje (índices de dominancia, contagio y dimensión fractal) y estimar los cambios en la distribución espacial del arbolado en este periodo. Además, se valoran los cambios en el arbolado en relación a las perturbaciones detectadas en la zona de estudio: por un lado incendios documentados y por otro lado alteraciones en la cobertura arbolada que, presumiblemente, representan cortas de arbolado.

El Capítulo 7 *"Distribución espacial de los incendios forestales en una zona de la vertiente sur de la Sierra de Gredos"* está basado en la reconstrucción espacial de las áreas afectadas por incendios en una zona concreta de la Sierra de Gredos. Para ello se han empleado fotografías aéreas e información documental con el fin de elaborar un mapa con las superficies recorridas por el fuego en el periodo 1970-90. A partir de la cartografía realizada, se han determinado las áreas afectadas por el fuego en más de una ocasión y se ha valorado su importancia frente a las zonas no quemadas. Asimismo, se han establecido los intervalos de recurrencia para las zonas previamente afectadas por el fuego y se han valorado los cambios en la configuración del mosaico espacial como consecuencia de los incendios registrados. También se ha valorado la influencia de la altitud, la pendiente y la exposición sobre las áreas quemadas en una o en más ocasiones.

Capítulo 1

Los incendios forestales en España peninsular: 1974-94

1.1 INTRODUCCIÓN

La incidencia de los incendios forestales en numerosas regiones de España ha registrado un cambio drástico en las últimas décadas. En nuestro país, al igual que en otros países de nuestro entorno, los procesos de industrialización acelerada con la consiguiente concentración de la población en ciudades, han hecho que el medio natural haya registrado cambios importantes que han podido afectar a las condiciones de inicio y propagación de los incendios. Así, de un aprovechamiento intensivo de los diversos productos del monte se ha pasado a un régimen de utilización que, en general, ha favorecido el crecimiento de la vegetación, la acumulación de restos vegetales y, por tanto, un aumento del riesgo de incendio. Los cambios en los usos del suelo registrados en numerosas comarcas, materializados en un aumento de las superficies ocupadas por matorrales y vegetación arbórea (Lasanta, 1988, Fernández et al., 1992), una disminución del pastoreo (Montoya, 1983) y la importancia de las repoblaciones efectuadas a partir de los años 50 (MAPA, 1988; Pardos y Gil, 1986) han podido ser también elementos decisivos en las modificaciones en la incidencia de los incendios registrada en las últimas décadas.

El fuego como proceso ecológico asociado a la vegetación ha estado presente en los ecosistemas terrestres desde que la atmósfera fue capaz de sostener una combustión eficiente (Cope y Chaloner, 1980). En la cuenca mediterránea el empleo del fuego por parte del hombre empezó a ser notorio y generalizado a partir del neolítico, situándose en torno a los 5000 años B.P. por diversos autores (Pons y Thimon, 1987; Solari y Vernet, 1992). El papel del hombre en la conformación de la vegetación y el paisaje mediterráneo, frecuentemente por medio del fuego (Naveh, 1975; Bernaldez, 1981; Henry, 1994), hace que sea un elemento clave para la comprensión de la ecología de nuestros territorios. Además, dos de los tres requisitos necesarios para que se produzcan incendios (presencia de combustibles y fuentes de ignición) están en gran medida subordinados al papel del hombre. Las condiciones meteorológicas que sitúen los combustibles en condiciones de propagar el fuego serían el tercer requisito. Estas condiciones, sequías prolongadas y temperaturas elevadas durante largos periodos, son frecuentes y características del clima Mediterráneo (McCutchan, 1977; Font, 1983). La variabilidad espacial y temporal de estos tres factores da lugar a historias de incendios distintas. Además, en los últimos tiempos, los cambios en la cobertura vegetal y en el manejo del territorio registrado en numerosas regiones hacen que el fuego haya pasado de ser una herramienta en cierta medida controlada, aunque también con incendios fuera

de control (Le Houerou, 1987; Trabaud, 1994; Currás y Guara, 1994), a desempeñar un papel distinto y con consecuencias también distintas sobre el paisaje y la vegetación (Granados et al., 1986; Barbero et al., 1987; Fule y Covington, 1994).

Por otra parte, la adaptación de gran número de especies vegetales mediterráneas a situaciones de déficit de humedad estacional, ha dado lugar a la vegetación esclerófila. El gran contenido en fibras, el escaso contenido en agua y el pequeño tamaño de las hojas hace que frecuentemente estas especies sean muy inflamables (Hernando y Elvira, 1989). Además, la mayoría de las comunidades mediterráneas son capaces de sobrevivir al fuego, bien mediante rebrotes o por germinación en las nuevas condiciones creadas por el incendio. Estos elementos hacen que el fuego se haya considerado tradicionalmente como un factor de singular importancia en la conformación de nuestros ecosistemas, en particular los de tipo mediterráneo, desde tiempos ancestrales (Naveh, 1994). Sin embargo la aparición de incendios de gran tamaño es novedosa en nuestra geografía, en tiempos recientes, y probablemente también en el resto de la cuenca mediterránea. La significación económica de estos grandes incendios (por los enormes costos de extinción, las pérdidas en productos forestales, los daños en infraestructuras y las pérdidas de suelo) está fuera de dudas. Y es probable también que desde un punto de vista ecológico estos grandes incendios afecten a los ecosistemas de manera distinta a otros de menor tamaño (Turner et al., 1994) ¿Existe algún efecto sinérgico en la acumulación de extensas zonas quemada sobre el funcionamiento de los ecosistemas? Los datos existentes de los incendios de Yellowstone de 1988 ilustran las importantes modificaciones geomorfológicas producidas por grandes incendios (Meyer et al., 1992) con comportamientos muy diferentes a los de los incendios registrados en condiciones menos extremas (Knight y Wallace, 1989; Romme y Despain, 1989).

El año 1994 supuso un hito en la historia reciente de los incendios forestales en España. Aún siendo el tercer año con mayor superficie recorrida por el fuego desde que se inició la recogida sistemática de información (1961) la manera en la que se produjeron resultó novedosa por la magnitud de la superficie quemada en tan poco tiempo. Durante el mes de Julio se iniciaron 24 incendios con tamaño ≥ 1.000 hectáreas, muchos de ellos solapándose en el tiempo, localizándose a lo largo de gran parte de la costa mediterránea. Muchos de estos incendios adquirieron grandes proporciones, 10 de los 21 incendios de más de 10.000 ha registrados para el periodo 1961-94 se produjeron durante 1994, lo que indica que, a pesar de la importancia creciente de los medios de extinción utilizados, los incendios forestales pueden convertirse en determinadas ocasiones en fenómenos incontrolables.

A diferencia de trabajos previos que han analizado la incidencia de los incendios registrados en España en los últimos años (Prieto, 1989; Vélez, 1990a, 1995) en este capítulo se ha pretendido ofrecer una visión espacial de los datos estadísticos disponibles.

El objetivo fundamental de este Capítulo es presentar, básicamente por medio de mapas, y analizar a nivel espacial diversos aspectos relativos a la incidencia de los incendios forestales registrados en España peninsular durante el periodo 1974-94. Los objetivos concretos se han centrado en: (1) la evolución temporal de los incendios en el periodo estudiado; (2) dónde se han registrado incendios y la distribución espacial de los incendios originados por distinta causa; (3) los patrones seguidos por el número de incendios, por la superficie quemada y por el tamaño de los incendios a nivel de cuadrículas de 10x10 km; (4) el tipo de vegetación quemada y las principales especies de arbolado afectadas; (5) los tamaños máximos registrados y dónde se han registrado grandes incendios y (6) la valoración de la incidencia de los incendios, a nivel de cuadrículas de 10x10 km, por medio de la frecuencia de incendios y el periodo de rotación asociados a la superficie forestal estimada en cada una de ellas.

1.2. MATERIAL Y MÉTODOS

1.2.1. Referencias generales de los datos empleados

1.2.1.1. Procedencia de los datos

La mayor parte de los datos empleados se han obtenido en formato digital del antiguo Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA). Para el periodo 1974-88 se utilizaron los registros informatizados de los “Partes de Incendio Forestal”. Para poder analizar estos datos hubo que unificar los diferentes formatos empleados en distintos periodos de tiempo y convertir esta información en bases de datos accesibles. Este proceso se realizó por medio de programas FORTRAN escritos al efecto. Para el periodo 1989-94 los datos se obtuvieron ya en formato de base de datos lo que simplificó la gestión de los datos (Mérida, 1991). La información correspondiente a Cataluña para los años 1988-91 fue proporcionada por la Dirección General del Medio Natural de la administración autonómica Catalana.

1.2.1.2. Datos de incendios no disponibles o excluidos

Para ciertas provincias y años no se han podido conseguir los datos de los incendios en formato digital y no se han incluido en el presente trabajo. Las provincias de Álava y Navarra se han excluido con carácter general debido a la falta de datos para la mayor parte de los años. Las provincias para las que no se tienen registros completos son: Guipúzcoa (1985-86), Vizcaya (1985-94), Comunidad Autónoma de Andalucía (1988), Comunidad Autónoma de Cataluña (1994), Badajoz (1994), Málaga (1994) y Orense (1994). Además, para el año 1979 se carece de los datos correspondientes a las provincias que comienzan por la letra S hasta la Z. En el Anexo 1 se presenta el número de incendios registrados y en el Anexo 2 la superficie quemada resultante para cada provincia y año. En general, los incendios con una superficie $< 0,1$ ha no se han incluido en este trabajo. No obstante, sí están incluidos los registrados en Cataluña en los años 1988-91. En el Anexo 3 se detallan el número de incendios que han afectado a una superficie menor a 1000 m^2 ($0,1$ ha) registrados en los diferentes años. Por otra parte, dado el carácter de análisis espacial de este trabajo, están excluidos los incendios en los que los datos proporcionados para su localización son incorrectos, bien por corresponder a otra provincia, bien por errores en la codificación. Los datos empleados, en especial el número de incendios y la superficie quemada a nivel provincial, se han contrastado con la información publicada anualmente por ICONA en los Anuarios de Incendios Forestales

(ICONA, 1974 a 1994) y otra documentación (Vélez, 1995). Además, los incendios ≥ 100 ha con errores en la codificación de las variables referentes a su localización se han corregido siempre que se ha dispuesto de información documental para ello. En la medida de lo posible, todas las variables empleadas se han inspeccionado y analizado para eliminar errores en la codificación de los datos, detectar incendios repetidos, etc. Los incendios ≥ 1000 ha correspondientes a provincias y años no disponibles se introdujeron manualmente en las bases de datos empleadas. En el Anexo 4 se incluye un listado completo de los incendios ≥ 1000 ha registrados para el periodo 1974-94.

Tomando como referencia la causa de origen indicada en los registros informatizados de los “Partes de Incendio Forestal”, se han agrupado los incendios en cinco tipos de causas: incendios originados como consecuencia de quemas de pastos, incendios originados por rayos, incendios originados por negligencias, incendios intencionados e incendios de origen desconocido. En negligencias se han incluido todas las causas de tipo negligente o accidental que pueden haber dado origen al incendio tales como fumadores, hogueras, trabajos forestales, ferrocarril, etc.

1.2.2. Representación cartográfica y mapa de cuadrículas

El sistema de referenciación de los incendios empleado por ICONA está basado en la asignación de cada incendio a una cuadrícula de 10x10 km definida por coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator) y referida a cada una en las hojas 1:200.000 del Instituto Geográfico del Ejército que cubren España. La mayor parte de las cuadrículas son de 10x10 km, pero las situadas en las intersecciones entre dos hojas, las lindantes con los meridianos que forman los usos y las situadas en las fronteras y en las costas tienen tamaños variables.

Para la representación cartográfica empleada en este trabajo se construyó una imagen con un tamaño de celda de 5 km basado en un sistema de proyección plano en el que se incluyeron todas las cuadrículas previstas en la estadística de incendios (5606). La transformación desde el sistema de proyección UTM a uno plano se ha llevado a cabo por medio de la unión de las 9 partes en que se ha dividido España peninsular. Las 9 partes han estado delimitadas por tres divisiones horizontales coincidiendo con filas de las hojas 1:200.000 y tres verticales coincidiendo con los tres husos y limitadas por los meridianos correspondientes a las longitudes 0° y 6° Oeste. De esta manera se han conseguido minimizar las deformaciones geométricas (ineludibles al emplear un sistema basado en celdas de igual tamaño) y que las distorsiones introducidas por el sistema empleado se limiten a unas pocas cuadrículas. En concreto, existe un cierto desajuste en

las cuadrículas situadas en las conexiones de las 3 divisiones horizontales definidas. Estas pequeñas deformaciones afectan únicamente al aspecto de los mapas y no a los análisis efectuados. Con el fin de simplificar los mapas generados se han agregado las cuadrículas contiguas pero referidas originalmente a diferentes hojas 1:200.000, siempre que estuviera prevista originalmente la información para ello, para formar cuadrados de 10x10 km. En el Anexo 5 se presentan dos figuras que muestran la delimitación inicial de las cuadrículas y la delimitación empleada en los diversos mapas mostrados en este trabajo. Para la generación y el análisis de las imágenes obtenidas se ha empleado el Sistema de Información Geográfica IDRISI (Eastman, 1992). El número final de cuadrículas consideradas y que cubren España peninsular ha sido de 5006, que se reducen a 4902 al excluir las 104 pertenecientes en su totalidad a las provincias de Álava y Navarra, las cuales no se han considerado en ninguno de los análisis realizados. Las cuatro variables requeridas para asignar una cuadrícula a cada incendio se empezaron a incluir de manera sistemática en los registros de incendio a partir del año 1974. La cuadrícula asignada a cada incendio hace referencia al lugar de inicio y por tanto hay que tener en cuenta que para incendios de un cierto tamaño es muy probable que hayan afectado también a otras circundantes.

1.2.3. Especies de arbolado afectadas

Las especies de arbolado que se han visto afectadas por incendios se han agrupado en 9 clases. Las 5 especies de pinos más afectadas por los incendios se han mantenido como clases independientes: *Pinus pinaster* Aiton, *Pinus halepensis* Miller, *Pinus sylvestris* L., *Pinus pinea* L. y *Pinus nigra* Arnold. Las restantes especies de coníferas se han agrupado en la clase “Coníferas varias” en la que se incluyen otras especies de pinos como *Pinus radiata* D. Don, *Pinus uncinata* Ramond, especies de los géneros *Abies*, *Juniperus* y otras especies exóticas. Las especies del género *Quercus* se han agrupado en una misma clase en la que se incluirían: *Quercus ilex* L., *Quercus suber* L., *Quercus faginea* Lam., *Quercus pyrenaica* Willd. y *Quercus robur* L. entre otras. Las distintas especies del género *Eucalyptus* se han agrupado también en una misma clase. Las restantes frondosas, de géneros distintos a *Quercus* y *Eucalyptus*, se han agrupado igualmente en una misma clase en la que se incluyen especies de los géneros *Fagus*, *Castanea*, *Betula* y *Populus*, entre otras.

Para cada uno de estos 9 tipos de arbolado se ha calculado la edad media por cuadrícula de las masas afectadas por el fuego, ponderando la edad del arbolado por la superficie quemada en cada uno de los incendios registrados en cada cuadrícula. Además, para los incendios con más de un dato de edad para cada uno de los 9 tipos

establecidos, por haber afectado el fuego a distintas masas de arbolado, a diferentes montes o a terrenos de distinta propiedad, el valor empleado es el resultante de la ponderación de cada uno de los datos de edad incluidos por la superficie afectada. El número de ocasiones en que se ha visto afectada cada uno de los 9 tipos de arbolado y la superficie quemada anualmente se detallan en el Anexo 6.

Para las especies de arbolado afectadas por el fuego, además de las lagunas de datos no disponibles correspondientes a ciertas provincias y años detalladas previamente, no se han podido conseguir los datos relativos a la Comunidad Autónoma de Cataluña para los años 1989-91 y 1994.

1.2.4. Régimen de incendios

Para obtener una valoración más precisa de la incidencia de los incendios a nivel de cuadrículas se ha calculado la frecuencia de incendios (número de incendios en 10.000 ha de superficie forestal y año) y el periodo de rotación (número de años necesarios para que se vea afectada una superficie equivalente al territorio forestal considerado asumiendo que no ha habido solapamiento entre los distintos incendios) a nivel de las cuadrículas de 10x10 km. La superficie forestal en cada cuadrícula se ha estimado a partir del Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España a escala 1:1.000.000 (MAPA, 1989). El método empleado en la estimación se describe en el Capítulo 2. La superficie forestal estimada para los distintos tipos de uso forestal se muestra en el Anexo 11 y su distribución a nivel de cuadrículas en el Anexo 12. La superficie forestal estimada ha representado para España peninsular (excluidas Álava y Navarra) un total de 21,87 millones de hectáreas.

1.3. RESULTADOS

1.3.1. Tendencias anuales y mensuales en la incidencia de los incendios

1.3.1.1. Tendencias anuales en España

La incidencia de los incendios forestales en España ha registrado importantes variaciones durante las últimas décadas, tanto en lo referente al número de incendios registrados como a la superficie quemada (Figura 1.1A). Así, se puede distinguir un primer periodo, hasta principios de la década de los 70, en el que se registraba anualmente en torno a 2000 incendios y la superficie quemada no sobrepasaba las 100000 ha y un segundo periodo en el que el número de incendios se dispara hasta llegar a registrarse más de 20000 incendios en el año 1989. A mediados de los años 70 comienza a superarse sistemáticamente la cifra de 100000 ha quemadas anualmente. Las fluctuaciones en la superficie quemada son muy importantes en este segundo periodo y para los años más graves (1978, 1985, 1989 y 1994) se han llegado a superar las 400000 ha anuales. La Figura 1.1B muestra los datos empleados en este trabajo y que se inician en el año 1974. Las diferencias entre los dos conjuntos de datos se deben a la no inclusión de las provincias de Álava y Navarra, de las Comunidades Autónomas de Baleares y Canarias, a los datos no disponibles para ciertas provincias y años y fundamentalmente a la no inclusión de los incendios con tamaño menor a 0,1 ha.

1.3.1.2. Tendencias mensuales

Un 76,4% de los incendios se han registrado durante los meses de Julio a Septiembre y han afectado a un 62% de la superficie total (Figura 1.2A). Se puede apreciar también un segundo máximo durante los meses de Febrero a Abril respecto al número de incendios. Durante este periodo el mes con mayor superficie quemada a nivel anual ha sido Agosto (14 años), seguido de Septiembre (4 años) y Julio (3 años) (Figura 1.2B). Destaca especialmente el mes de Julio del año 1994 en el que se quemaron más de 250000 ha. La Figura 1.2C muestra la superficie quemada y el periodo de actividad de los 24 incendios (≥ 1000 ha) que se iniciaron durante dicho mes y que afectaron a unas 235000 ha. A los grandes incendios originados por rayos en los primeros días en las provincias de Castellón y Teruel se les unieron días después otros incendios a lo largo de toda la costa mediterránea que se prolongaron hasta mediados de mes.

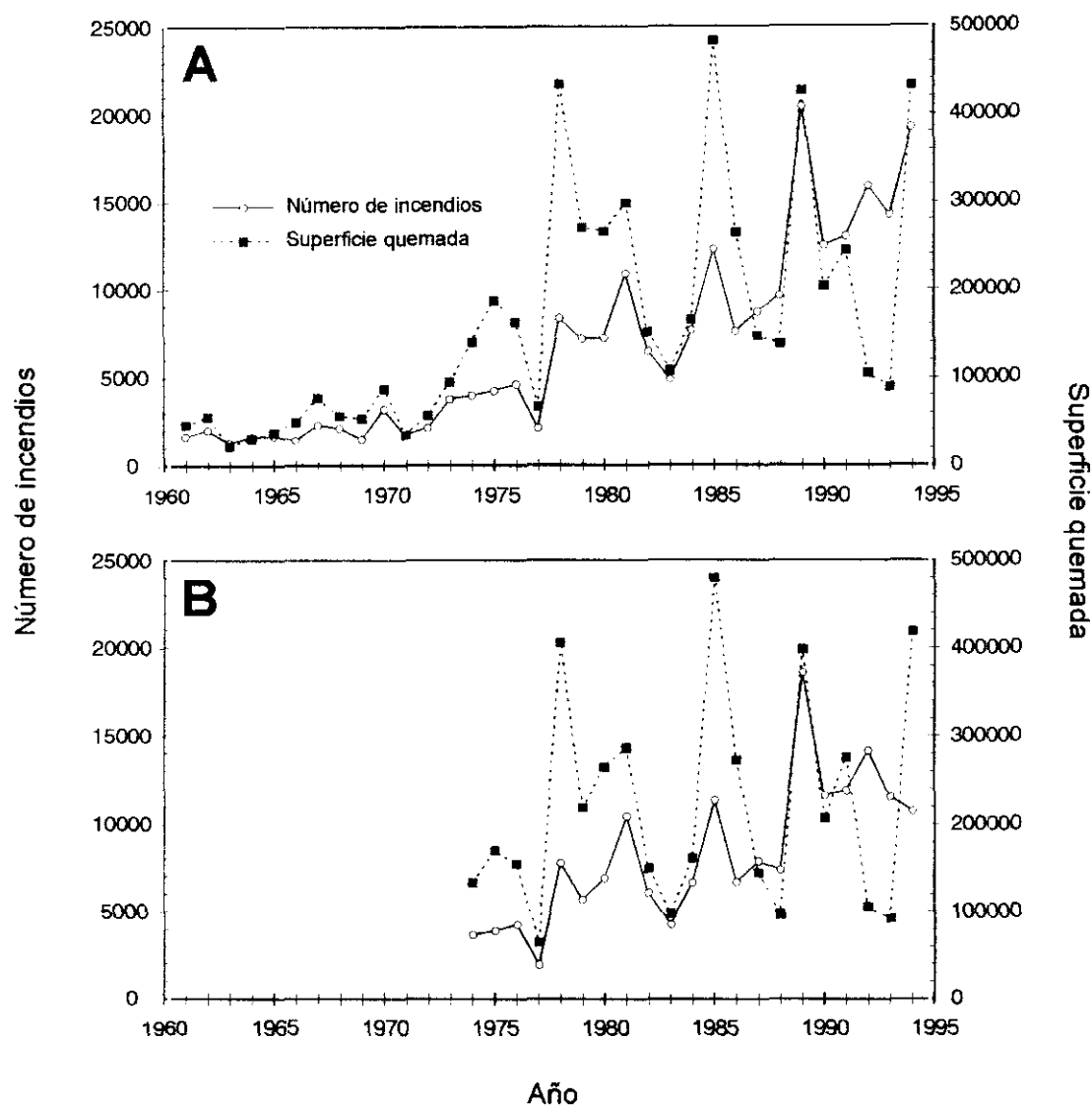


Figura 1.1. Variación anual del número de incendios y de la superficie quemada para: (A) periodo 1961-94 en todo el territorio nacional (a partir de datos publicados por ICONA) y (B) para el periodo 1974-94 (datos referidos a España peninsular empleados en este trabajo).

Casi un 40% de estos incendios se produjeron en la Comunidad Valenciana, con más de 100.000 ha recorridas por el fuego. Regiones como la de Murcia, normalmente con escasa incidencia de incendios, sufrieron uno de los mayores incendios registrados para el periodo 1974-94, con más de 27.000 ha de superficie afectada. A mediados de mes se produjo otra oleada de incendios, algunos también iniciados por rayos, entre los que destaca por su magnitud el registrado en la provincia de Cuenca.

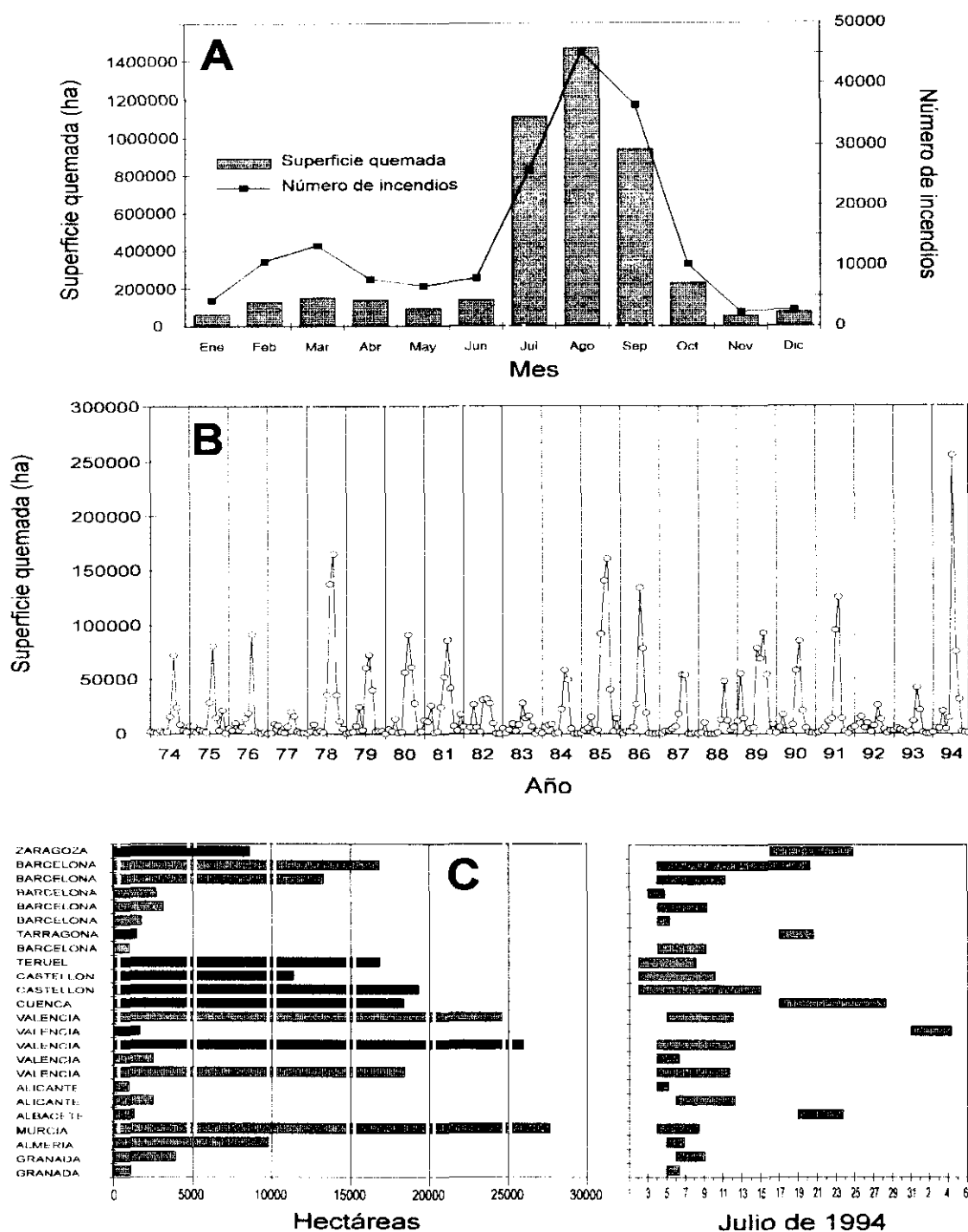


Figura 1.2. (A) Número de incendios y superficie quemada mensualmente para el periodo 1974-94. (B) Variación mensual de la superficie quemada en el periodo 1974-94 y (C) Superficie quemada por los incendios de más de 1000 ha iniciados durante el mes de Julio de 1994 y periodo de duración de estos incendios; los incendios originados por rayos están representados en negro.

Tabla 1.1. Resumen general de los incendios registrados para el periodo 1974-94. Totales, medias y máximos por cuadrículas. Los valores mostrados están referidos a los incendios asignados a cada cuadrícula.

Incendios 1974-94	Totales	Por cuadrícula	
		Medias	Máximos
Número de incendios	173715	40	1346
Superficie total quemada (ha)	4600990	1047	42814
Sup. arbolada (ha)	1895880	499	30935
Sup. desarbolada (ha)	2636216	627	19831
Sup. no forestal (ha)	68628	51	2818
Duración total (horas)	1193977	272	6624

1.3.2. Distribución geográfica de los incendios en España

1.3.2.1. Número de incendios y superficie quemada

Para los 21 años analizados se ha contabilizado un total de 173715 incendios que han afectado a más de 4,6 millones de hectáreas (Figura 1.1B; Tabla 1.1 y Figura 1.3). Durante este periodo se ha registrado algún incendio en un 90% del total de cuadrículas definidas en España peninsular. Para facilitar la comprensión de estos datos en el Anexo 7 se incluye un mapa de referencia con los principales accidentes orográficos de España peninsular. El número de incendios por cuadrícula (Figura 1.3A y Tabla 1.2) se ha distribuido de manera muy desigual en el territorio. Destaca de manera clara el noroeste peninsular y especialmente el sudoeste de Galicia, donde se han registrado más de 100 incendios en prácticamente todas las cuadrículas (con valores máximos de más de 1300 incendios). En el norte peninsular destacan también por la alta incidencia de incendios ciertas zonas de los Montes de León y la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica. En el interior peninsular sobresale la vertiente sur del Sistema Central con un foco importante en la Sierra de Gredos y otro en torno a la Sierra de Gata.

Incendios por cuadrícula: 1974-94

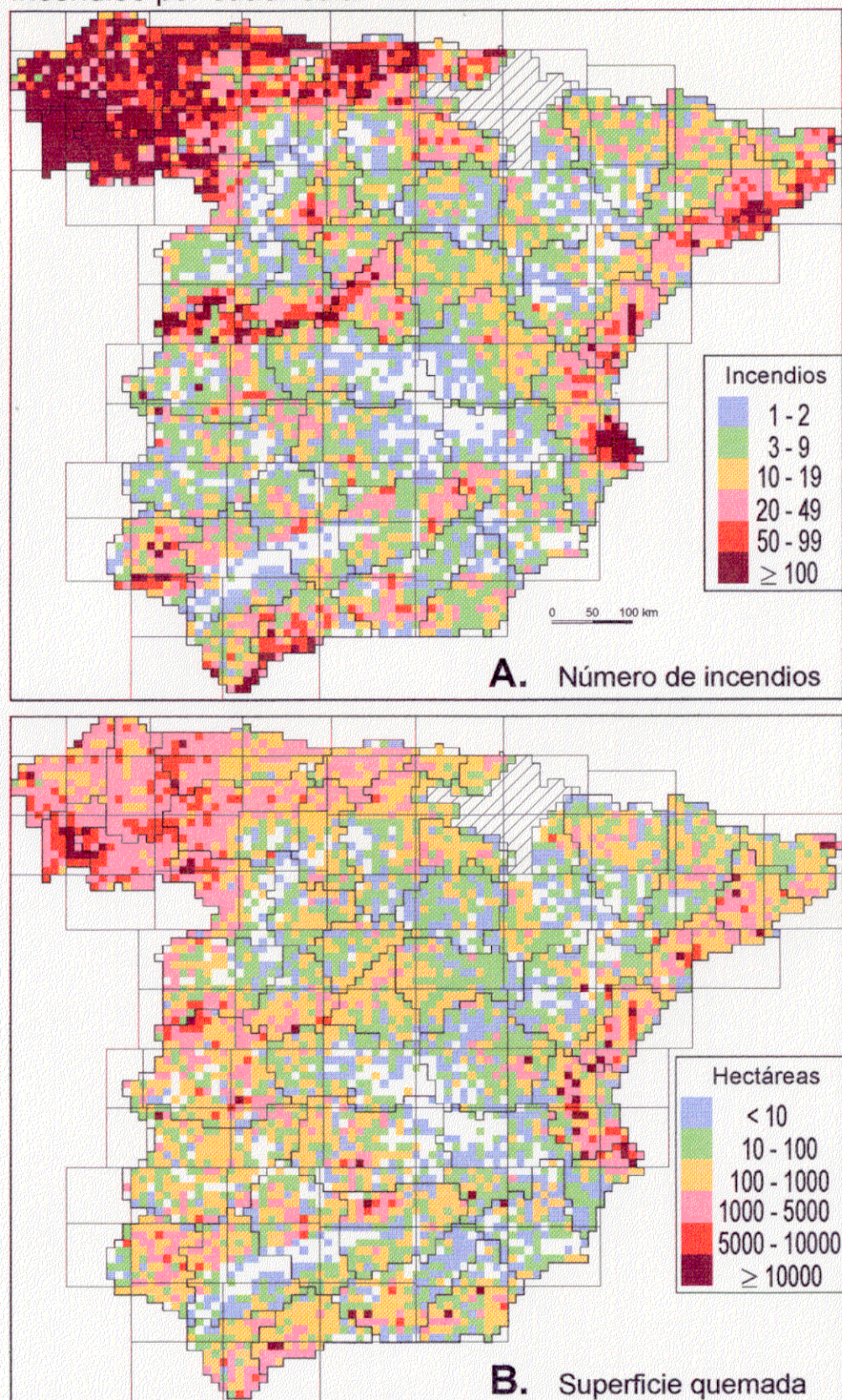


Figura 1.3. (A) Número de incendios registrados por cuadrícula de 10x10 km y (B) superficie total quemada por esos incendios para el periodo 1974-94. La malla rectangular representa las hojas 1:200.000 empleadas como referencia en la asignación de los incendios a una cuadrícula concreta. La máscara rayada representa las provincias de Álava y Navarra

Figura 1.3. (continuación) excluidas en todos los análisis (ver Material y Métodos para los datos no incluidos y las fuentes de información.

En la costa de Levante destacan ciertas zonas de las provincias de Barcelona y Valencia con núcleos de cuadrículas con más de 100 incendios. En el sur peninsular sobresale por un lado la Serranía de Ronda y otras zonas costeras de las provincias de Málaga y Cádiz y, por otro lado, algunos puntos de la provincia de Huelva. En cuanto a la superficie quemada en estos 21 años (Figura 1.3B; Tabla 1.2) se observa que las zonas con una incidencia alta no se corresponden necesariamente, aunque sí de manera general, con las descritas previamente para el número de incendios. Así, tomando como referencia las cuadrículas con más de 5000 ha quemadas (un 5,2% de las cuadrículas en las que se ha registrado algún incendio) los núcleos con una incidencia alta se delimitan más. Así, en el noroeste peninsular se perfilan más claramente ciertas zonas mientras que en la Cordillera Cantábrica los núcleos de incidencia alta se han limitado a la parte oeste. En el Sistema Central, exceptuando algunos puntos aislados en la Sierra de Gredos, las cuadrículas con un mayor valor absoluto de superficie quemada se desplazan hacia el oeste. En la costa del Levante los núcleos con mayor superficie quemada se desplazan (con respecto al número de incendios) hacia las sierras del interior.

Tabla 1.2. Número de cuadrículas situadas en las clases definidas y porcentajes con respecto al total de cuadrículas con datos para el número de incendios y la superficie total, arbolada y desarbolada quemada en España peninsular durante el periodo 1974-94. Los valores mostrados se corresponden con los de las Figuras 1.3 y 1.9.

Número de incendios			Superficie quemada						
Incendios	Cuadrículas	%	Hectáreas	Total		Arbolada		Desarbolada	
				Cuadrículas	%	Cuadrículas	%	Cuadrículas	%
1-2	745	16,9	< 10	696	15,8	1123	29,4	875	20,7
3-9	1249	28,3	10-100	1178	26,7	1105	28,9	1210	28,7
10-19	822	18,6	100-1000	1450	32,8	1114	29,1	1381	32,7
20-49	788	17,9	1000-5000	859	19,5	418	10,9	674	16,0
50-99	384	8,7	5000-10000	176	4,0	46	1,2	70	1,7
≥ 100	426	9,7	≥ 10000	55	1,2	16	0,4	11	0,3
Total	4414	100		4414	100	3822	100	4220	100

1.3.2.1. Número de incendios y superficie quemada por causa de inicio.

Del total de incendios registrados en España peninsular durante el periodo de estudio, la mayor parte han sido de origen intencionado (42,6%) o desconocido (37,5%). Los originados por negligencias (incendios accidentales) han representado un 14,2% mientras que los originados por rayos y por quema de pastos han supuesto porcentajes bajos sobre el total (3,3% y 2,5% respectivamente) (Tabla 1.3). En cuanto a la superficie quemada la variación más importante con respecto al número de incendios ha correspondido a los incendios originados por rayos que han afectado a un 7,5% de la superficie total.

Tabla 1.3. Número de incendios, superficie quemada y cuadrículas afectadas por cada uno de los 5 tipos de causa para el periodo 1974-94.

Causa de inicio	Número de incendios		Superficie total (hectáreas)		Cuadrículas afectadas	
Quema de pastos	4284	2,5%	102121	2,2%	1674	37,9%
Rayos	5663	3,3%	343421	7,5%	1839	41,7%
Negligencias	24588	14,2%	767665	16,7%	3539	80,2%
Intencionados	73987	42,6%	1819942	39,6%	2747	62,2%
Desconocidos	65193	37,5%	1567841	34,1%	3852	87,3%
<i>Total</i>	<i>173715</i>	<i>100%</i>	<i>4600990</i>	<i>100%</i>	<i>4414</i>	<i>-</i>

La distribución espacial de los incendios originados por distinta causa ha sido muy desigual (Figura 1.4A-F). Los incendios originados por quema de pastos se han producido fundamentalmente en áreas de montaña del norte peninsular y Sistema Central. Los incendios originados por rayos han sido más frecuentes en el este peninsular (Sistema Ibérico y Pirineos) así como en diversas áreas del Sistema Central y del noroeste (Macizo Galaico y Montes de León). Los incendios originados por negligencias han estado muy repartidos por todo el territorio afectando a un 80,2% de la cuadrículas en las que se ha registrado algún incendio (Tabla 1.3). Destacan por su alta incidencia ciertas áreas en la costa mediterránea y atlántica. Los incendios de origen intencionado muestran un claro predominio en el norte y noroeste peninsular y otros puntos aislados de la costa mediterránea y Sistema Central. Los incendios de origen desconocido han sido los que han presentado una distribución más amplia (87,3 % de las cuadrículas con incendios) y han presentado un patrón muy similar al de los incendios intencionados. La superficie quemada por los incendios originados por distinta causa se muestra en la Figura 1.5A-F.

Número de incendios por causa de inicio: 1974-94

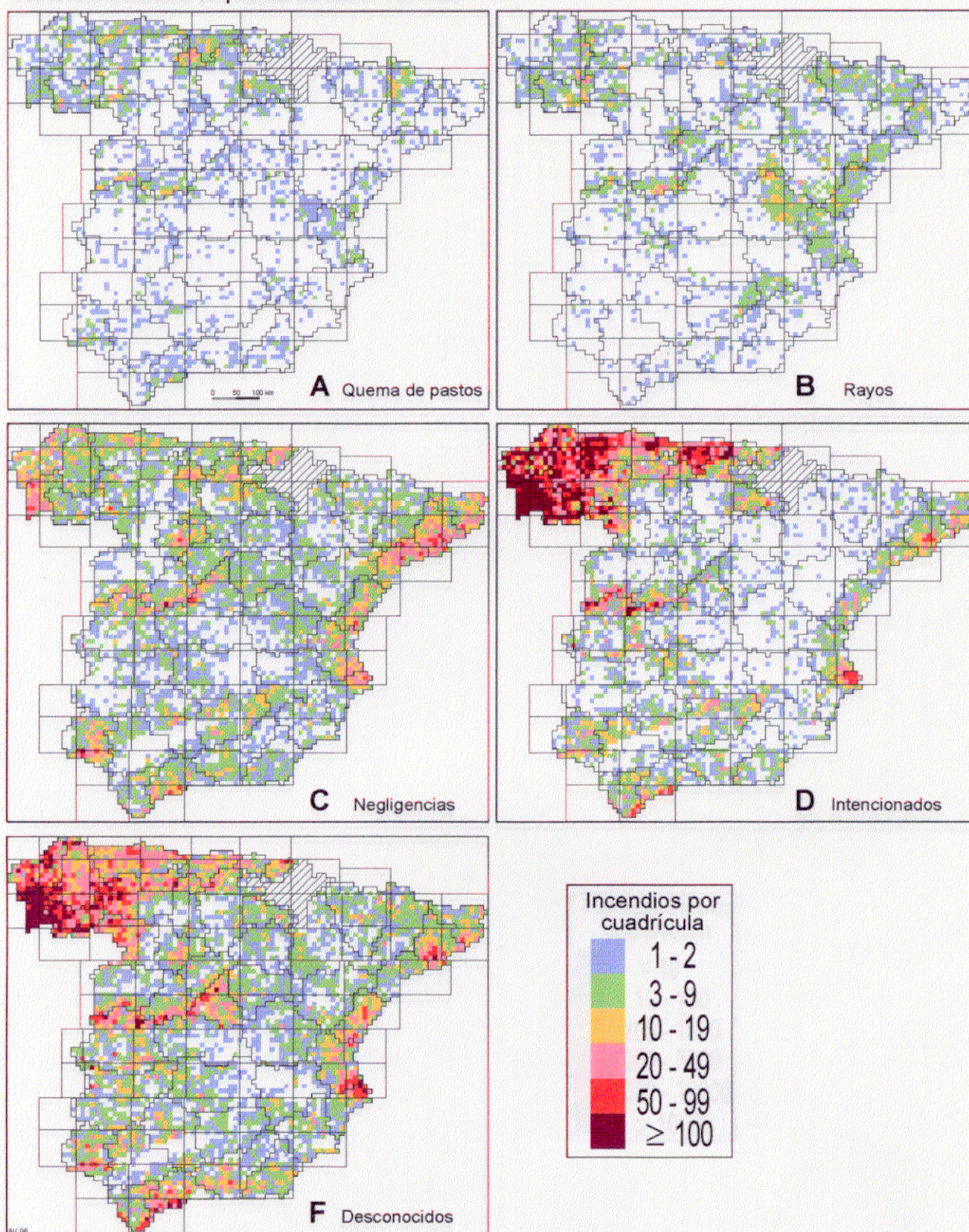


Figura 1.4. Mapas del número de incendios por cuadrícula para el periodo 1974-94 originados por: (A) quema de pastos; (B) rayos; (C) negligencias y accidentales; (D) intencionados y (F) por causa desconocida.

Superficie quemada por causa de inicio: 1974-94

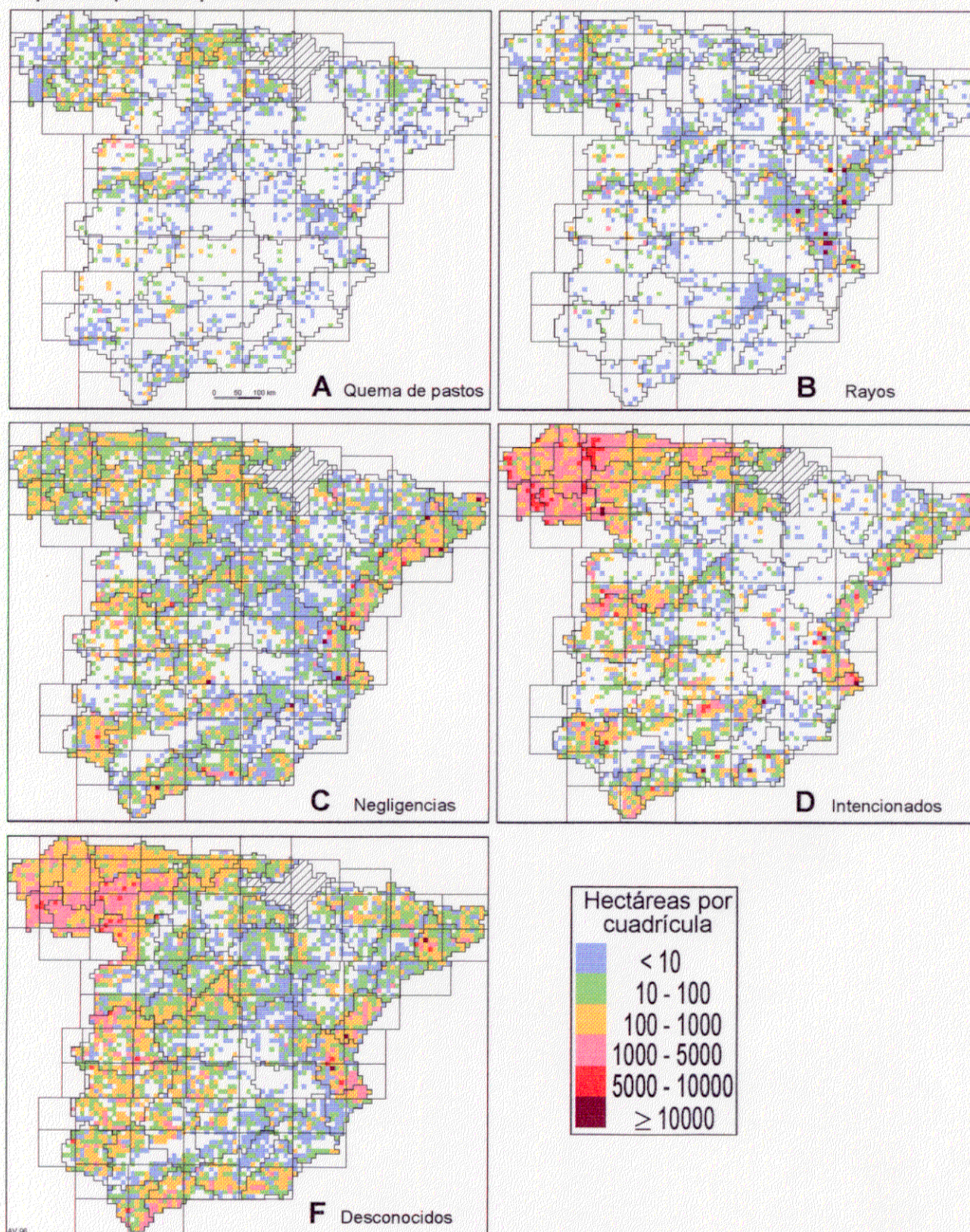


Figura 1.5. Mapas de la superficie quemada por cuadrícula para el periodo 1974-94 en incendios originados por: (A) quema de pastos; (B) rayos; (C) negligencias y accidentales; (D) intencionados y (E) por causa desconocida.

1.3.3. Tendencias anuales a nivel de cuadrículas

1.3.3.1. Incidencia anual por cuadrículas

La proporción de cuadrículas afectadas por incendios anualmente se ha incrementando desde, aproximadamente, un 25% para los años 70 a valores cercanos al 45% para los últimos años, con un máximo de un 47% en el año 1989 (Figura 1.6A). Estas proporciones se han calculado teniendo en cuenta las cuadrículas correspondientes a las provincias no disponibles para ciertos años. La evolución anual del número de incendios por cuadrícula, en función de las categorías establecidas, muestra un descenso en la proporción de cuadrículas con menos de 10 incendios y un aumento paralelo en las que han registrado entre 10 y 50 incendios y más de 50 incendios (Figura 1.6B). La proporción de cuadrículas con más de 50 incendios anuales alcanzó valores próximos al 1% en la década de los 80 y ha superado el 2% en años como 1989 y 1992. En relación a la superficie quemada por cuadrícula, también en función de las categorías establecidas, las tendencias no son tan claras (Figura 1.6C). En proporción se observa que en aproximadamente un 80% de las cuadrículas afectadas anualmente la superficie quemada ha sido menor de 100 ha. En cuanto a la proporción de cuadrículas con más de 5000 ha quemadas se ha aproximado al 0,4% en años como 1978, 1986 y 1991 y superó el 0,8% en el año 1994 (Figura 1.6C).

En valor absoluto, el número de cuadrículas con pocos incendios (1 ó 2 y de 3 a 9 incendios) se incrementó a principios de los años 80 hasta valores superiores a 1000 cuadrículas en la primera clase y cercanos a 700 cuadrículas para la segunda clase (Tabla 1.4A). El número de cuadrículas con 10 a 19 y 20 a 49 incendios mantiene una tendencia creciente en ambos casos con máximos en el año 1989. En cuanto a las cuadrículas con 50 a 99 incendios y 100 o más incendios anuales han pasado de registrarse ocasionalmente en los primeros años de la serie analizada a ser un fenómeno relativamente frecuente en los últimos años (Tabla 1.4A). En relación al número de cuadrículas con distinta superficie quemada, en valor absoluto se ha producido un aumento importante en las afectadas por poca superficie quemada (< 10 ha) pero no hay una tendencia clara para las demás clases (Tabla 1.4B). El número de cuadrículas con 10 a 100 ha quemadas se ha mantenido estable desde principios de los años 80 situándose en torno a 650 cuadrículas. Es de destacar para el año 1994 el alto número de cuadrículas (12) con más de 10000 hectáreas quemadas. En el Anexo 8 se incluyen mapas con el número de incendios registrado anualmente por cuadrícula y en el Anexo 9 mapas con la superficie quemada anualmente. Las clases, tanto para el número de incendios como para la superficie quemada, establecidas en estos mapas se corresponden con las clases mostradas en la Tabla 1.4A y B.

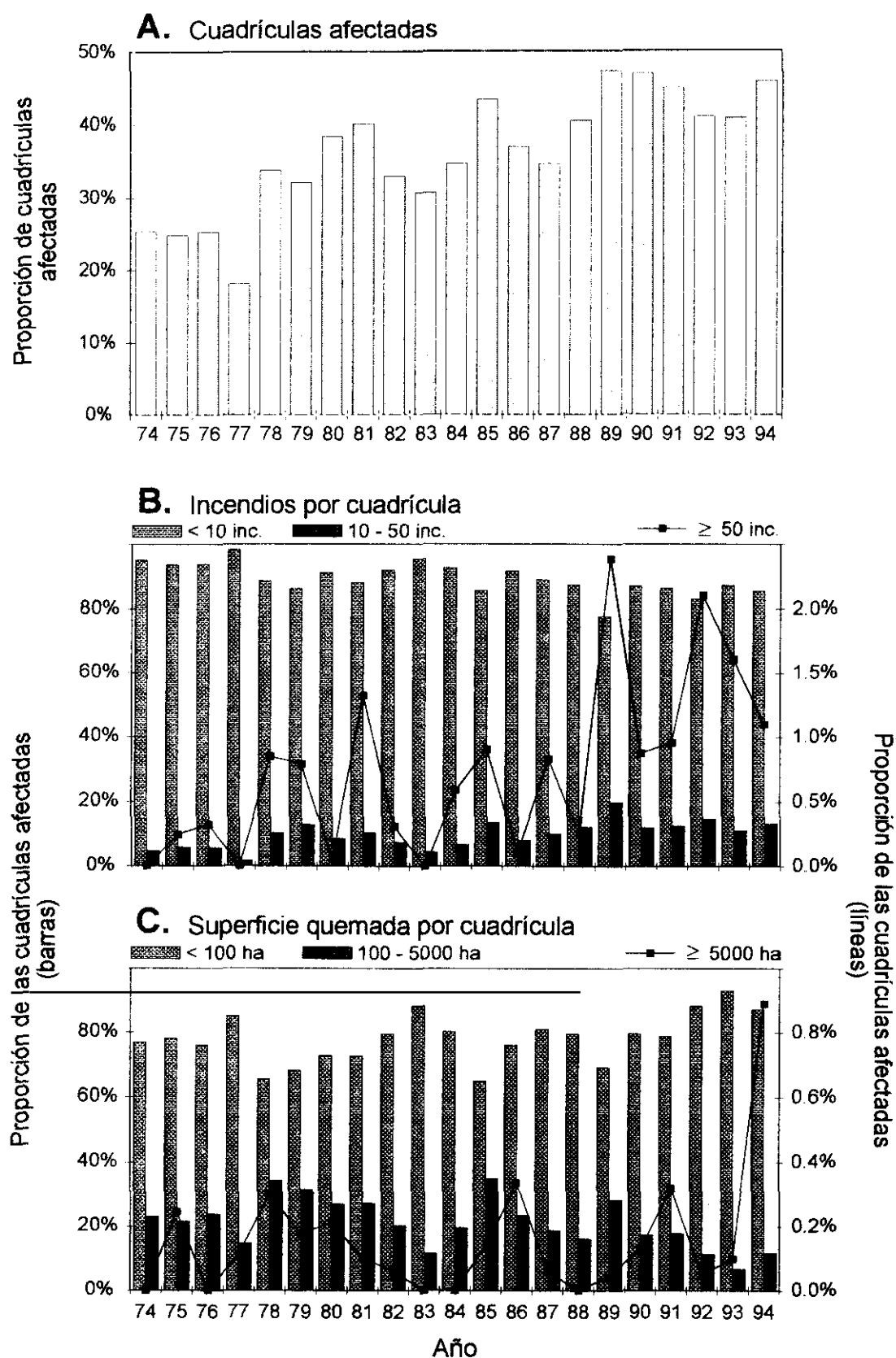


Figura 1.6. Variación anual durante en periodo 1974-94 de la incidencia de incendios por cuadrículas de 10x10 km. (A) Proporción de cuadrículas afectadas anualmente (el número de cuadrículas total está corregido para los años sin datos en ciertas provincias); (B) proporción de cuadrículas con distinto número de incendios y (C) proporción de cuadrículas con distinta superficie quemada.

Tabla 1.4. Número de cuadrículas afectadas por distinto número de incendios y por distinta superficie quemada. Para cada una de las dos variables se han establecido 6 clases que se corresponden con las empleadas en los mapas anuales de los Anexos 8 y 9.

<i>A. Número de incendios</i>						
<i>Año</i>	<i>Número de cuadrículas por clases (incendios)</i>					
	<i>de 1 a 2</i>	<i>de 3 a 9</i>	<i>de 10 a 19</i>	<i>de 20 a 49</i>	<i>de 50 a 99</i>	<i>100 o más</i>
1974	830	354	47	14		
1975	871	270	49	24	3	
1976	802	362	50	22	4	
1977	667	212	13	2		
1978	915	553	133	40	13	1
1979	638	342	109	39	9	
1980	1121	597	132	32	1	
1981	1075	657	137	70	21	5
1982	977	509	93	30	5	
1983	992	445	59	10		
1984	1056	516	73	42	9	1
1985	1087	712	190	95	16	3
1986	1092	554	111	35	2	
1987	991	510	111	61	14	
1988	878	534	146	52	4	
1989	1090	704	263	196	42	13
1990	1256	734	182	95	20	
1991	1183	708	172	105	19	2
1992	1070	590	170	125	36	6
1993	1175	562	116	105	27	5
1994	1033	601	159	96	18	3

<i>B. Superficie quemada</i>						
<i>Año</i>	<i>Número de cuadrículas por clases (hectáreas)</i>					
	<i>menos de 10</i>	<i>10 - 100</i>	<i>100 - 1000</i>	<i>1000-5000</i>	<i>5000-10000</i>	<i>10000 o más</i>
1974	528	430	268	19		
1975	555	397	239	23	1	2
1976	546	397	266	30		
1977	424	338	124	7	1	
1978	550	535	455	111	4	1
1979	392	385	319	39	1	1
1980	674	696	474	35	3	1
1981	753	673	480	57	2	
1982	681	604	311	17	1	
1983	738	593	157	18		
1984	741	622	307	27		
1985	688	678	625	109	2	1
1986	740	626	381	41	4	2
1987	835	534	302	15	1	
1988	710	575	258	5		
1989	973	626	556	97	1	
1990	1089	731	362	35	2	1
1991	1023	703	349	42	5	2
1992	1122	645	220	9	1	
1993	1340	513	123	12	2	
1994	1061	607	188	37	5	12

1.3.3.2. Análisis de los incendios por tamaños

El incremento general del número de incendios registrado en las últimas décadas se ha producido, fundamentalmente, por el aumento de los de pequeño tamaño (Tabla 1.5A) (ver también el Anexo 3 para los incendios excluidos con un tamaño $< 0,1$ ha). Así, se observa que los incendios de menor tamaño se han multiplicado en el periodo analizado prácticamente por 10; los de 1 a 5 ha se han multiplicado casi por 3, permaneciendo aún su tendencia al alza; los de 5 a 50 ha aumentaron desde poco más de 1000 incendios por año hasta superar los 6500 el año 1989, siendo desde entonces su tendencia decreciente. Los incendios de 50 a 500 ha igualmente aumentaron hasta 1989, observándose desde entonces un cierto descenso. De igual manera, los incendios con ≥ 500 ha alcanzaron su máximo hacia mediados de los 80 (161 incendios en el año 1985).

La superficie quemada por los incendios muy pequeños ha ido incrementándose paulatinamente, aunque con poca importancia en el total quemado por año (Tabla 1.5B). Los incendios pequeños (de 1 a 5 ha) han ido aumentando la superficie anual quemada desde algo más de 2000 ha hasta superar las 8000 ha en promedio para los últimos años. Los incendios de 5 a 50 y de 50 a 500 ha aumentaron en superficie quemada hasta mediados de los 80, con un descenso posterior. Los incendios grandes (≥ 500 ha) han presentado grandes fluctuaciones, observándose máximos crecientes, hasta superar en 1994 las 340000 ha, marcando el récord del registro histórico reciente.

En términos relativos, los incendios pequeños (< 5 ha) han representado un porcentaje muy alto (Figura 1.7A) llegando en los años 90 a superar el 80% del total de incendios registrados. Este aumento en la proporción de incendios de pequeño tamaño hace que en términos relativos disminuya la proporción de los incendios grandes. La superficie afectada, en términos relativos, ha ido experimentando también variaciones importantes (Figura 1.7B). Los incendios pequeños (< 5 ha) no llegan a representar un 5% de la superficie total quemada cada año. Los incendios medianos (5 a 50 ha) suponen en promedio un 18% del total, siendo los moderadamente grandes (50 a 500 ha) y los grandes (≥ 500 ha) con un 39% cada uno, los que mayor importancia han tenido. Se observa una cierta tendencia hacia un aumento en la importancia de los grandes incendios en la superficie total quemada, siendo 1994 el año más extremo, en el que los 82 incendios con ≥ 500 ha afectaron a un 81,5% del total quemado. Respecto a la superficie arbolada quemada en incendios de distinto tamaño (Figura 1.7C) el patrón registrado en los 21 años es similar al comentado para la superficie total quemada, si bien hay que destacar una importancia aún mayor de los grandes incendios sobre la proporción de superficie arbolada afectada.

Tabla 1.5. Número y superficie quemada por incendios de distinta clase de tamaño en España peninsular para el periodo 1974-94.

<i>A. Número de incendios</i>						
Año	Total	Tamaño del incendio (hectáreas)				
		<i>menos de 1</i>	<i>de 1 a 5</i>	<i>de 5 a 50</i>	<i>de 50 a 500</i>	<i>500 o más</i>
1974	3693	557	1329	1289	477	41
1975	3924	661	1392	1330	489	52
1976	4300	683	1564	1486	514	53
1977	1949	365	711	646	211	16
1978	7771	892	2494	2977	1260	148
1979	5679	817	2042	2071	689	60
1980	6919	1074	2454	2508	803	80
1981	10438	1709	3857	3777	1020	75
1982	6082	1151	2372	2008	510	41
1983	4294	976	1757	1250	283	28
1984	6671	1099	2666	2325	529	52
1985	11386	1570	3844	4315	1496	161
1986	6687	1286	2549	2138	611	103
1987	7879	1679	3135	2498	533	34
1988	7399	1874	3029	2083	395	18
1989	18584	3353	7020	6581	1532	98
1990	11660	3340	4659	2918	689	54
1991	11912	4723	4117	2405	582	85
1992	14167	6900	4803	2154	292	18
1993	11576	6719	3496	1170	164	27
1994	10738	4977	3503	1856	320	82
<i>B. Superficie quemada</i>						
1974	133152	206	2996	20680	65544	43728
1975	170153	242	3206	21628	65976	79101
1976	154888	252	3506	24449	69021	57660
1977	65537	130	1569	10435	29297	24106
1978	405192	322	5742	51365	174700	173062
1979	219246	304	4609	34613	92814	86907
1980	264724	382	5572	40044	109986	108741
1981	286729	621	8729	57896	131159	88324
1982	150100	448	5243	31018	64680	48712
1983	98128	351	3835	18848	38563	36532
1984	160864	403	5897	34542	64224	55798
1985	479861	583	8677	71203	198245	201153
1986	272720	457	5651	31711	87277	147624
1987	144849	609	6785	36136	64025	37293
1988	97594	572	6450	30251	46491	13830
1989	398066	1099	15560	100103	187446	93859
1990	206935	1081	9851	42709	88830	64464
1991	276047	1252	8483	34262	80021	152028
1992	105371	1883	9857	28897	34386	30349
1993	92624	1845	7006	15379	21147	47247
1994	418207	1439	7306	25793	42856	340813

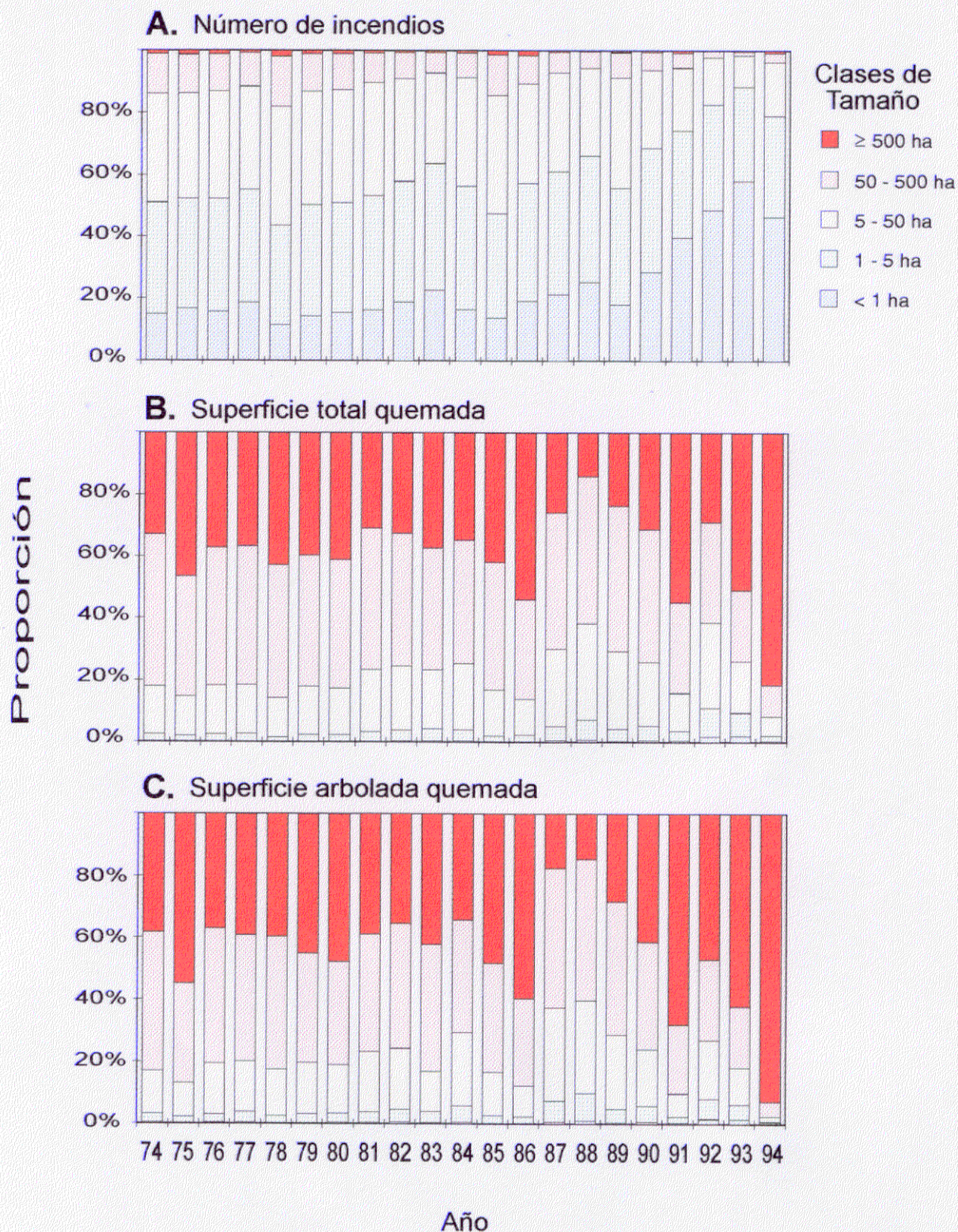


Figura 1.7. (A) Variación anual de la proporción de incendios de distinta clase de tamaño. (B) Variación anual de la proporción de superficie total quemada por incendios de distinta clase de tamaño y (C) Variación anual de la proporción de superficie arbolada quemada por incendios de distinta clase de tamaño.

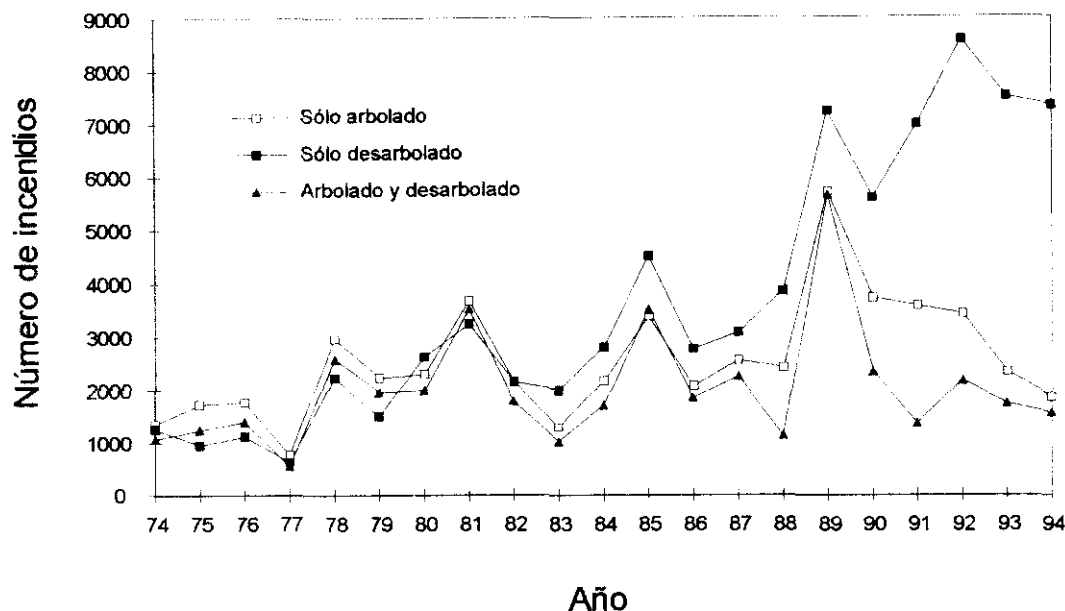


Figura 1.8. Número de incendios en los que se ha visto afectada superficie arbolada, superficie desarbolada y ambos tipos de superficie en España peninsular para el periodo 1974-94.

1.3.4. Tipo de vegetación quemada

1.3.4.1. Superficie arbolada y desarbolada

El incremento en el número de incendios registrado en los últimos años se ha producido fundamentalmente debido a fuegos que han afectado únicamente a superficie desarbolada. Así, mientras que el número de incendios en los que se vio afectada superficie arbolada (o arbolada y desarbolada) fue superior al número de incendios con sólo superficie desarbolada hasta principios de los años 80, esta tendencia se invierte a partir de entonces (Figura 1.8).

En relación al tipo de superficie quemada en el periodo 1974-94, el arbolado ha representado un 41,2% y el desarbolado un 57,3% (correspondiendo el 1,5% restante a superficie no forestal) (Figura 1.9A y B; Tabla 1.1 y Tabla 1.2). Destaca especialmente la importancia de la superficie desarbolada en el oeste peninsular, en parte debido a la consideración de los territorios adhesados y de monte bajo dentro de la categoría de desarbolado.

Tipo de superficie quemada por cuadrícula: 1974-94

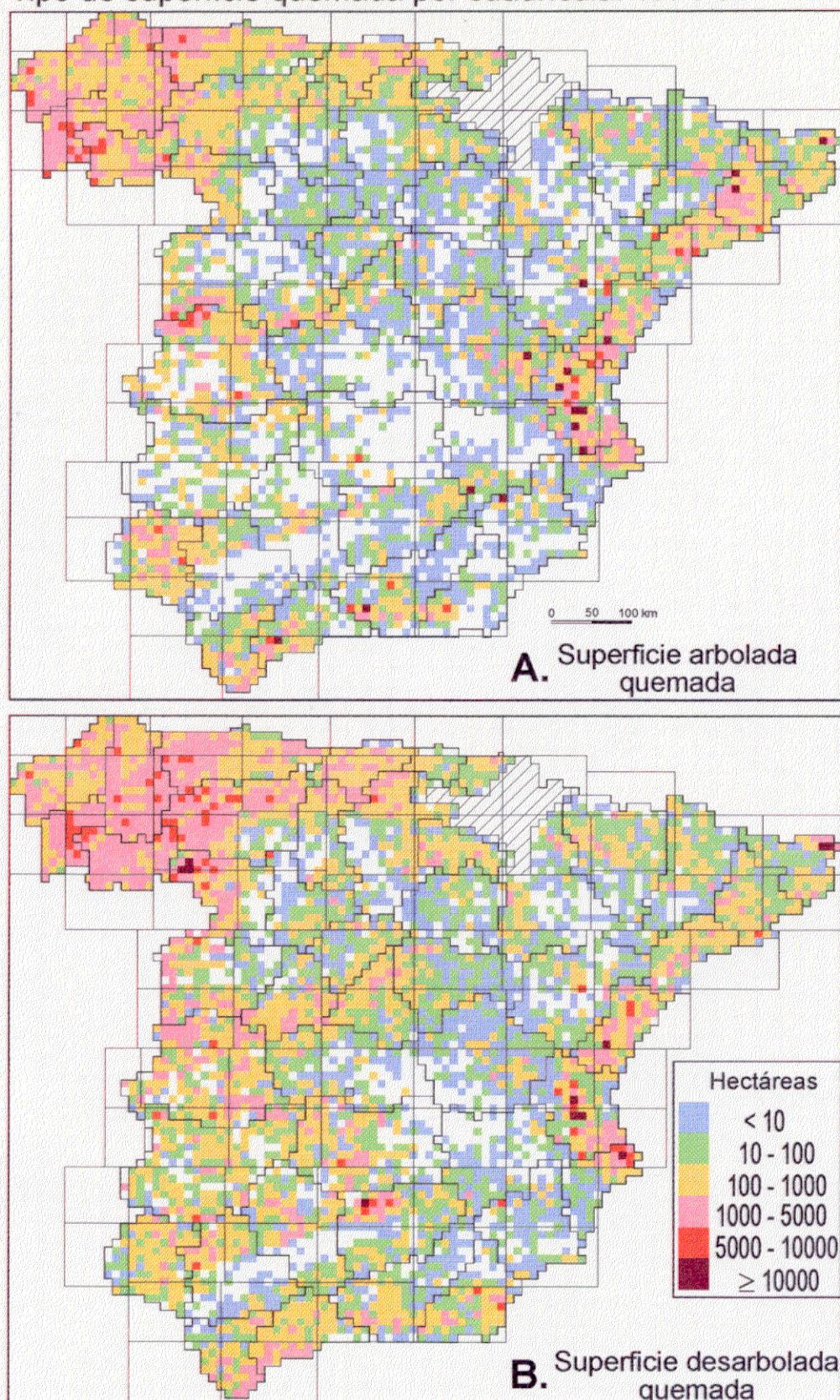


Figura 1.9. (A) Superficie arbolada quemada y (B) superficie desarbolada quemada a nivel de cuadrícula de 10x10 km en el periodo 1974-94.

1.3.4.2. Proporción de arbolado y duración de los incendios

A nivel de cuadrículas, la mayor proporción de superficie arbolada frente al total quemado se ha registrado en el levante peninsular, en donde en numerosas zonas la proporción ha superado el 80% (Figura 1.10A; Tabla 1.6). En otros puntos del sur y centro peninsular se aprecian también cuadrículas con una proporción de arbolado muy alta sobre el total quemado.

En cuanto a la duración de los incendios durante el periodo analizado, se han registrado valores superiores a las 1000 horas (42 días con incendios activos) en casi todo el noroeste peninsular, en puntos concretos del Sistema Central, de la costa de levante y del sudoeste (Figura 1.10B; Tabla 1.6).

Tabla 1.6. Número de cuadrículas situadas en las clases definidas para las diferentes variables analizadas para el periodo 1974-94. Proporción de superficie arbolada quemada y duración de los incendios

Proporción de arbolado			Duración de los incendios		
Porcentaje	Cuadrículas	%	Horas	Cuadrículas	%
<10	643	17,2	< 10	795	18,0
10-20	538	14,4	10-50	1278	29,0
20-40	766	20,4	50-100	598	13,6
40-60	622	16,6	100-500	1126	25,6
60-80	555	14,8	500-1000	283	6,4
≥ 80	621	16,6	≥ 1000	327	7,4
<i>Total</i>	<i>3744</i>	<i>100</i>	<i>Total</i>	<i>4407</i>	<i>100</i>

1.3.4.3. Especies arbóreas afectadas

Las diversas especies de coníferas se han visto afectadas en un 68% de las ocasiones en que los incendios han afectado a alguna de las especies o grupos de especies definidos (Tabla 1.7). La especie arbórea que se ha visto más frecuentemente afectada ha sido *Pinus pinaster*, con un 38% de las ocasiones, seguida de *P. halepensis* con un 10%. Las diversas especies de eucaliptos se han visto afectadas en un 17% de las ocasiones. Las especies del género *Quercus* lo han sido en un 9% y las restantes especies de frondosas en un 5% de las veces en que se ha visto afectada alguna especie arbolada (Tabla 1.7).

Proporción de arbolado y duración de los incendios 1974-94

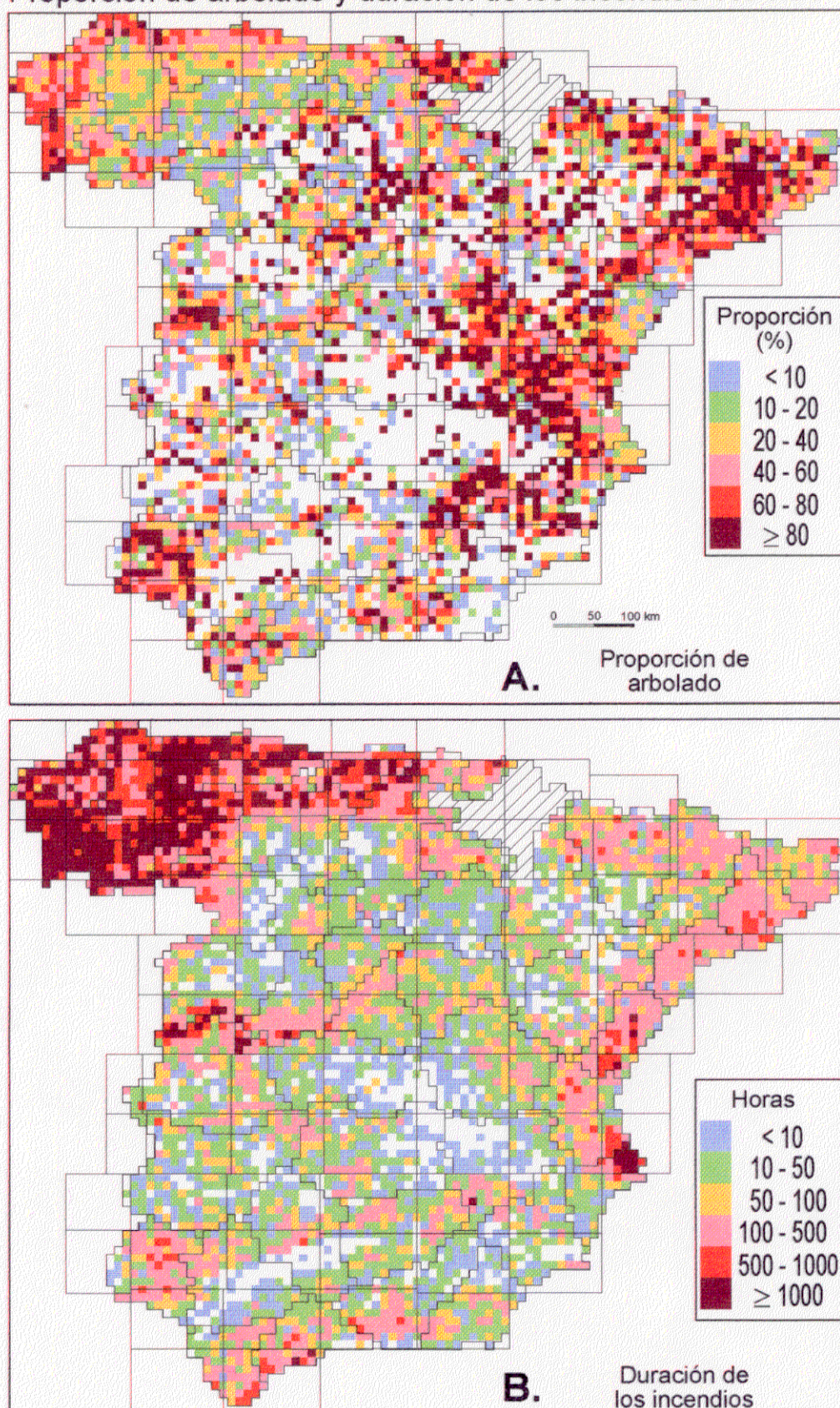


Figura 1.10. (A) Proporción de superficie arbolada afectada frente a la superficie total quemada y (B) duración de los incendios por cuadrícula de 10x10 km para el periodo 1974-94.

Un 79% de la superficie arbolada quemada ha correspondido a coníferas, de las que las especies más afectadas han sido *Pinus pinaster* (33%), *Pinus halepensis* (26%) y *Pinus sylvestris* (9%). Los eucaliptos han supuesto en torno a un 9%, las especies del género *Quercus* un 10% y las restantes frondosas tan sólo un 2% del total de superficie arbolada afectada (Tabla 1.7). La edad media para las distintas cuadrículas con datos de edad de las masas afectadas por incendios se han situado, para las 5 especies de pinos, entre los 21,4 años de *P. sylvestris* y los 24,4 años de *P. nigra*. Para los eucaliptos se ha obtenido un valor de 11,4 años y para las quercíneas un valor de 33,9 años (Tabla 1.7).

Tabla 1.7. Número de ocasiones en que se ha visto afectada por incendios cada especie o grupo de especies, superficie quemada, número de cuadrículas afectadas y media de las edades ponderadas por la superficie quemada a nivel de cuadrícula para las 5 especies de *Pinus* más afectadas y las 4 agrupaciones de las especies restantes. Se incluye también el número de cuadrículas para las que se dispone de información sobre la edad del arbolado y que se han empleado para calcular las medias mostradas.

Variable	Coníferas						Frondosas		
	<i>Pinus pinaster</i>	<i>Pinus halepensis</i>	<i>Pinus sylvestris</i>	<i>Pinus pinea</i>	<i>Pinus nigra</i>	Coníferas varias	<i>Eucalyptus</i> (género)	<i>Quercus</i> (género)	Frondosas varias
Número de ocasiones	43475	11706	6530	3045	2420	10363	19826	10323	5820
Superficie quemada (ha)	590681	472077	160420	46079	53050	95840	166257	181623	33958
Cuadrículas afectadas	1704	1408	1115	674	821	820	782	1919	1514
Cuadrículas con edad	1510	1219	977	560	660	703	717	1554	1187
Edad media (años)	23,2	23,8	21,4	25,2	24,4	16,4	11,4	33,9	22,9

Las áreas de *Pinus pinaster* afectadas se han situado fundamentalmente en el noroeste peninsular y en el Sistema Central (Figura 1.11A y C). La edad media por cuadrícula de las masas afectadas ha presentado valores inferiores a 20 años en un 48% de las cuadrículas con incendios que han afectado a esta especie (Figura 1.11E), aunque se han registrado edades más altas fundamentalmente en áreas del interior peninsular. Las áreas de *Pinus halepensis* afectadas se han situado a lo largo de toda la vertiente mediterránea (Figura 1.11B y D). La edad media por cuadrícula ha sido inferior a 20 años en un 41% de las cuadrículas con incendios para esta especie y de entre 20 y 30 años en un 35% (Figura 1.11F). Las áreas de *Pinus sylvestris* afectadas se han situado fundamentalmente

en áreas de montaña de la mitad norte peninsular y vertiente norte del Sistema Central (Figura 1.12A). Las zonas con mayor superficie quemada y también en las que la edad de las masas afectadas ha sido menor se han situado en torno al Macizo Galaico (Figura 1.12C y E). *Pinus pinea* se ha visto afectado en tres áreas distintas: costa atlántica andaluza, meseta norte y algunas zonas costeras catalanas (Figura 1.12B). En general, la superficie quemada por cuadrícula no ha sido muy elevada y la edad de las masas afectadas superior a la de otras especies de pinos (Figura 1.12D y F). Las áreas de *Pinus nigra* afectadas se han situado en zonas interiores del noreste peninsular (Figura 1.13A). En general, la superficie quemada por cuadrícula ha sido baja y la edad de las masas afectadas, fundamentalmente en la Serranía de Cuenca, superior a los 20 años (Figura 1.13C y F).

La clase de coníferas varias, en la que la especie más afectada ha sido *Pinus radiata*, ha estado representada en el norte peninsular y en la costa cantábrica (Figura 1.13B, D y F). Las especies del género *Quercus* se han visto afectadas en un 39% de las cuadrículas en las que se han registrado incendios para este periodo (Tabla 1.7), fundamentalmente en el oeste peninsular (Figura 1.14A). La superficie quemada ha superado las 1000 ha por cuadrícula en raras ocasiones y la edad del arbolado se ha situado por encima de los 50 años muy frecuentemente (Figura 1.14C y E).

Para el grupo de frondosas no pertenecientes a los géneros *Quercus* o *Eucalyptus*, se ha registrado la mayor incidencia en la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, en la que en ciertas cuadrículas se han superado las 100 ha, mientras que para el resto del territorio en general la incidencia ha sido baja (Figura 1.14B, D y F). Las áreas en las que se han visto afectadas especies del género *Eucalyptus* se han situado a lo largo de la costa del Cantábrico, la costa atlántica de Galicia, la provincia de Huelva y puntos dispersos de Extremadura (Figura 1.15A). La superficie quemada ha alcanzado valores superiores a las 1000 ha en numerosas cuadrículas de la provincia de Pontevedra (Figura 1.15B). En la mayoría de las cuadrículas la edad media de las masas quemadas ha sido inferior a 20 años, y en un 46% de ellas inferior a 10 años (Figura 1.15C).

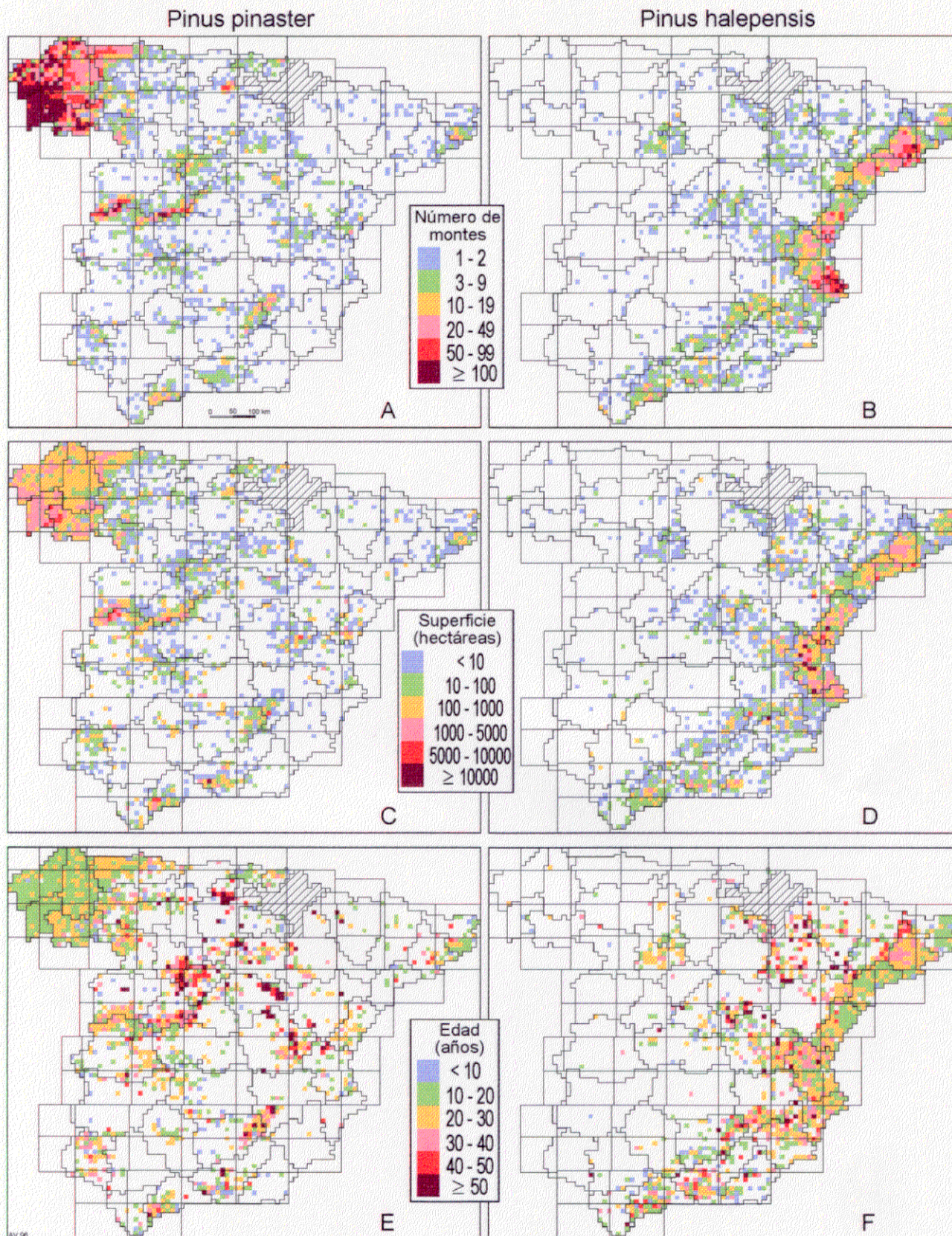


Figura 1.11. Número de montes afectados, superficie quemada y edad media del arbolado afectado (ponderada por la superficie afectada) para *Pinus pinaster* (A, C, E) y *Pinus halepensis* (B, D, F).

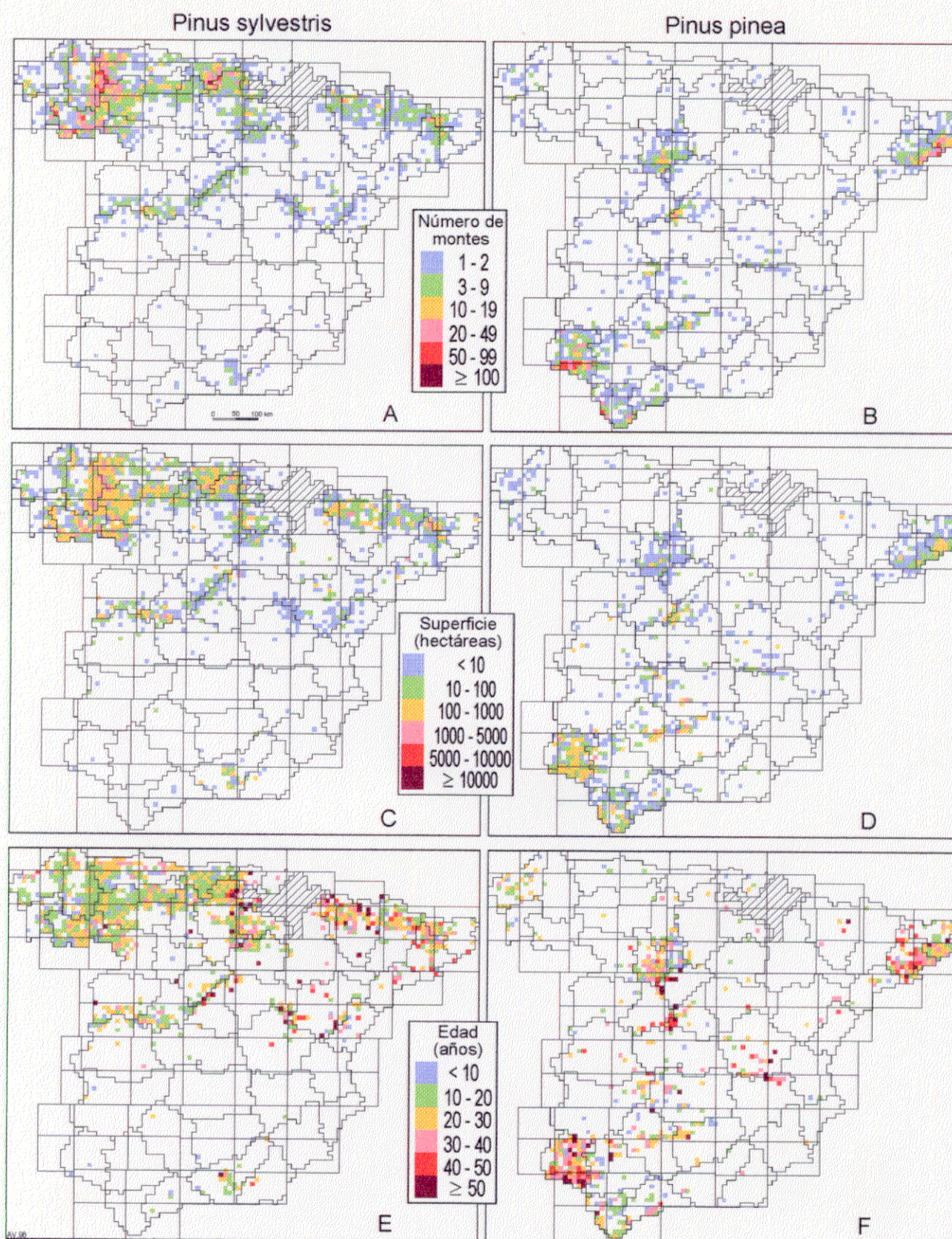


Figura 1.12. Número de montes afectados, superficie quemada y edad media del arbolado afectado (ponderada por la superficie afectada) para *Pinus sylvestris* (A, C, E) y *Pinus pinea* (B, D, F).

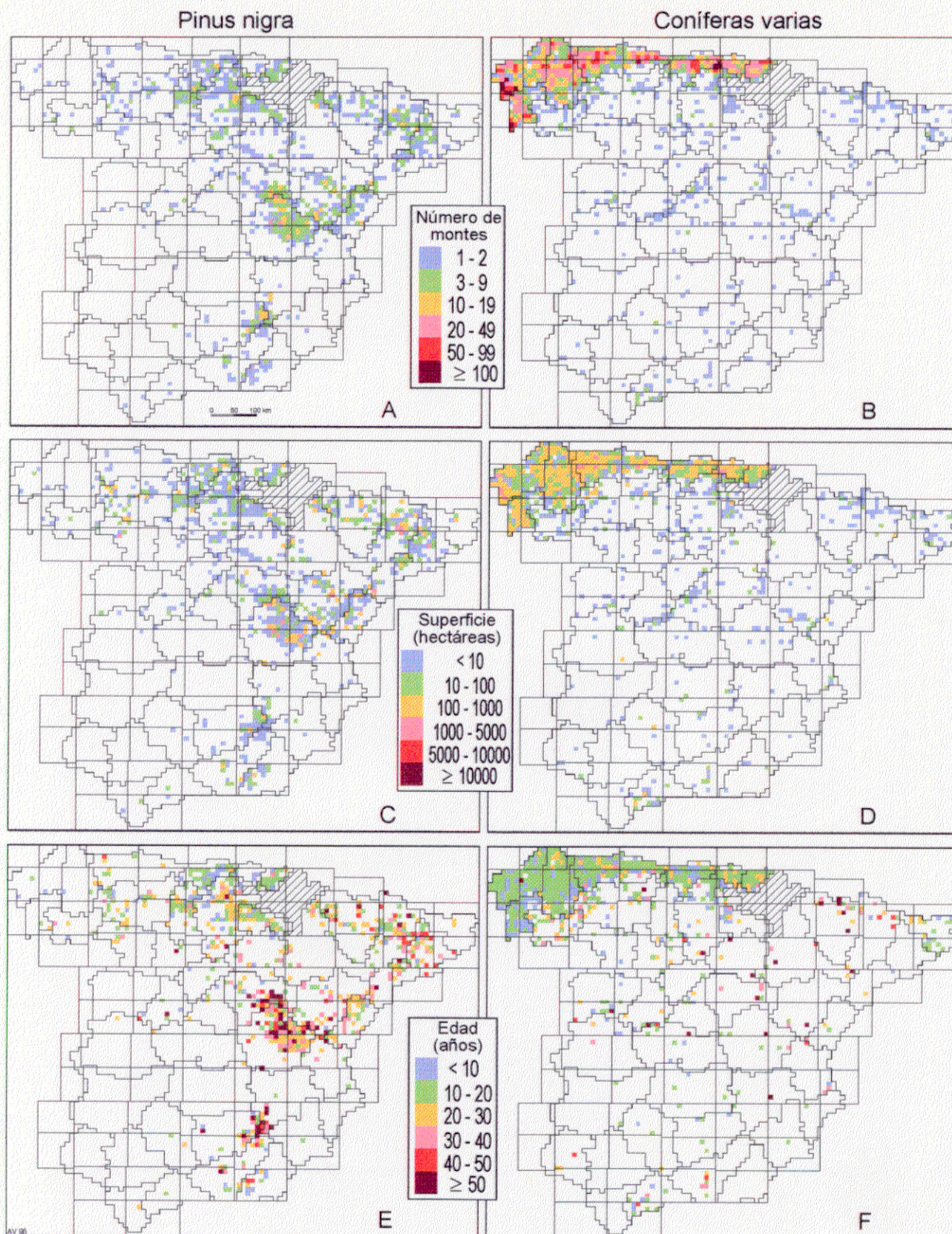


Figura 1.13. Número de montes afectados, superficie quemada y edad media del arbolado afectado (ponderada por la superficie afectada) para *Pinus nigra* (A, C, E) y coníferas no pinos (excepto *P. radiata*) (B, D, F).

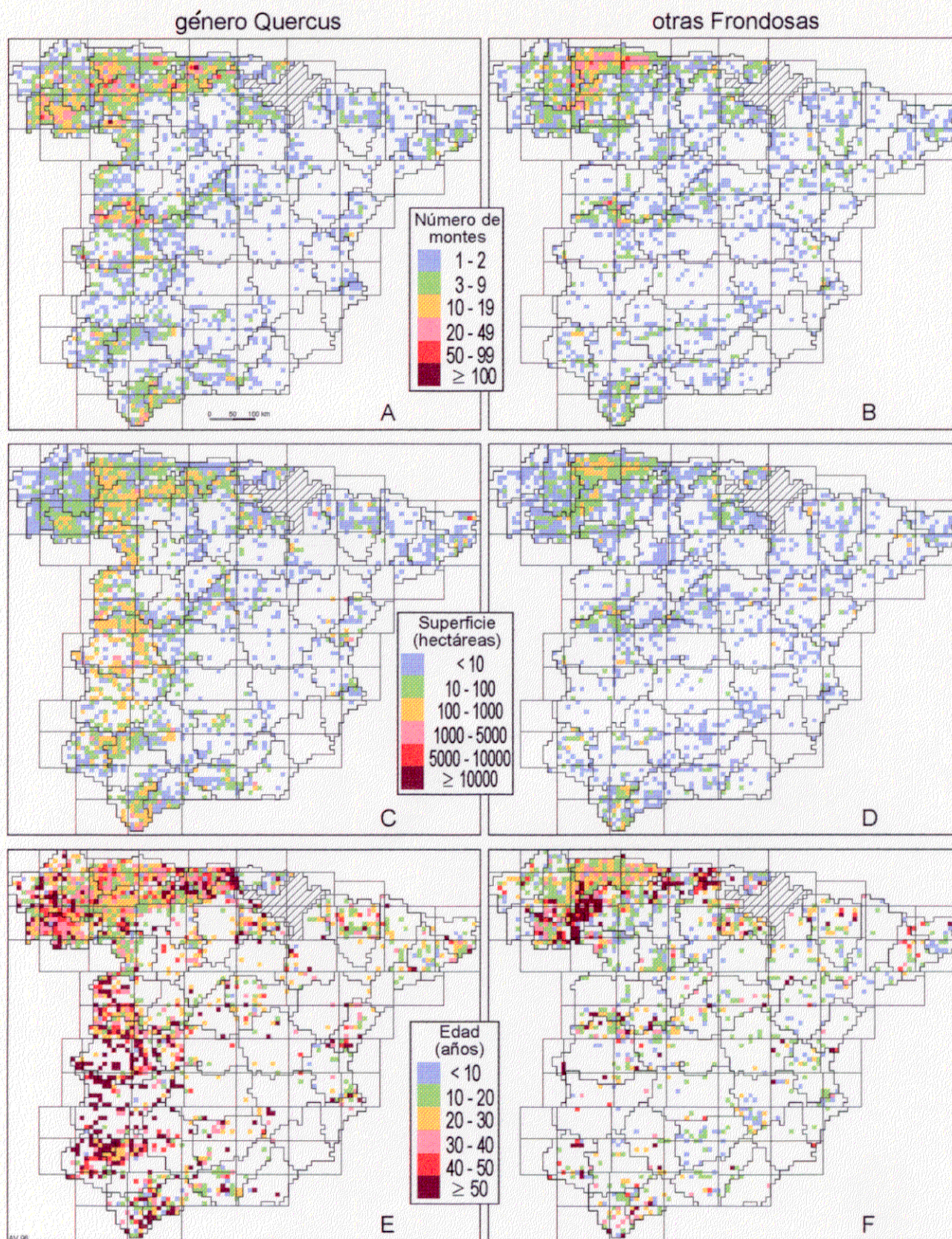


Figura 1.14. Número de montes afectados, superficie quemada y edad media del arbolado afectado (ponderada por la superficie afectada) para especies del género *Quercus* (A, C, E) y para otras Frondosas (B, D, F).

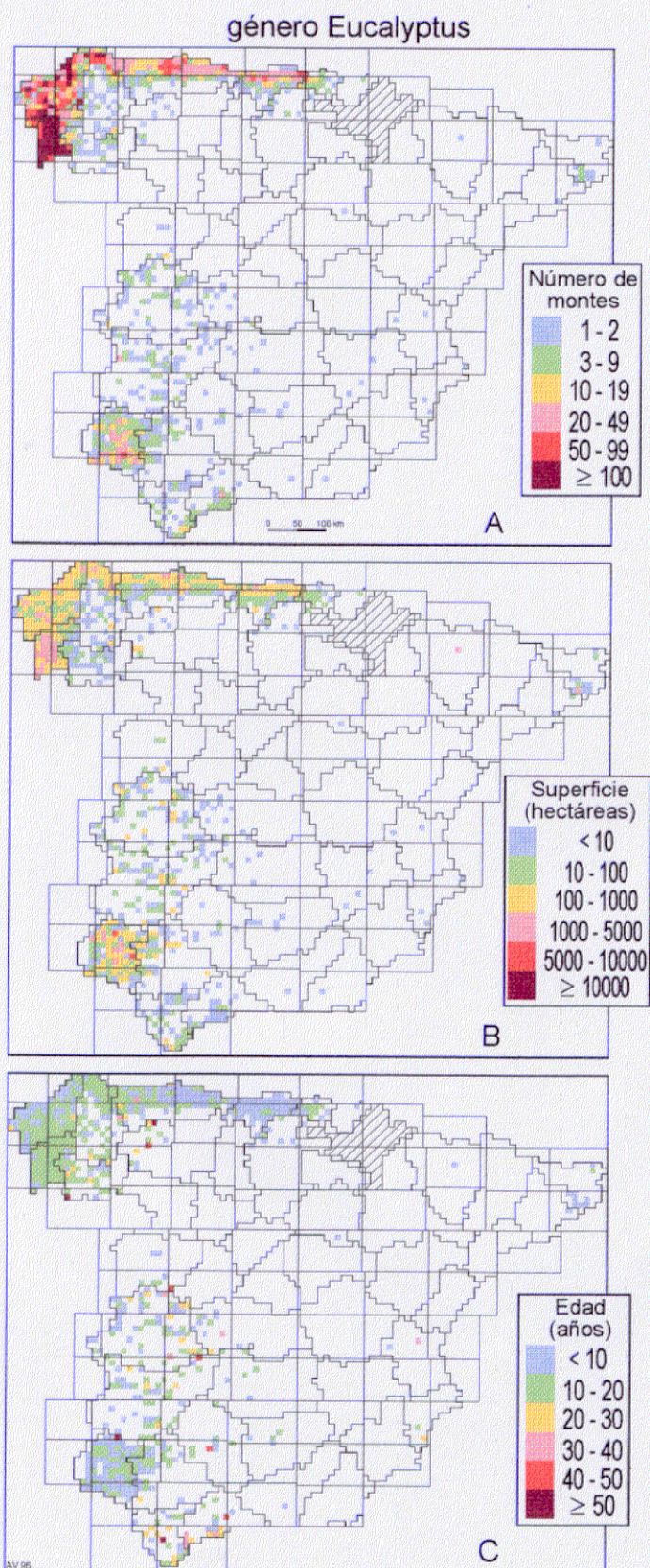


Figura 1.15. Número de montes afectados, superficie quemada y edad media del arbolado afectado (ponderada por la superficie afectada) para especies del género *Eucalyptus* (A, B, y C).

1.3.5. Tamaños máximos por cuadrícula y grandes incendios

1.3.5.1. Tamaños máximos

Aunque, como se ha visto, la mayor parte de los incendios registrados han sido de pequeño tamaño, poco a poco una buena parte del territorio nacional se va viendo afectada por incendios cada vez más grandes. Así, la mayoría de las cuadrículas situadas en zonas con alta actividad de incendios se han visto afectadas por incendios moderadamente grandes (en un 58% de las cuadrículas con incendios se han registrado incendios de más de 50 ha y en casi un 19% mayores de 500 ha) (Figura 1.16A; Tabla 1.8A). Las cuadrículas en las que se han registrado incendios mayores de 5000 ha (incendios iniciados en esa cuadrícula pero que presumiblemente se han propagado a otras adyacentes) han representado un 1,1% de las que han registrado incendios en el periodo 1974-94. En cuanto al tamaño máximo de superficie arbolada quemada por cuadrícula (Figura 1.16B; Tabla 1.8A) se observa que los incendios en los que se han visto afectadas superficies grandes de arbolado se localizan en áreas mucho más restringidas para la mayor parte del territorio, exceptuando quizás el levante peninsular en el que estas diferencias no son tan apreciables.

Tabla 1.8. (A) Número de cuadrículas situadas en las clases definidas para los tamaños máximos de los incendios para la superficie total, arbolada y desarbolada quemada y (B) número de cuadrículas afectadas por distinto número de incendios de ≥ 500 ha y ≥ 1000 ha en España peninsular para el periodo 1974-94.

A Tamaño máximo						
Hectáreas	Total		Arbolada		Desarbolada	
	Cuadrículas	%	Cuadrículas	%	Cuadrículas	%
< 1	128	2,9	281	7,4	195	4,6
1-5	496	11,2	767	20,1	598	14,2
5-50	1223	27,7	1153	30,2	1266	30,0
50-500	1735	39,3	1250	32,7	1633	38,7
500-5000	784	17,8	346	9,1	518	12,3
≥ 5000	47	1,1	26	0,7	11	0,3
<i>Total</i>	<i>4414</i>	<i>100</i>	<i>3822</i>	<i>100</i>	<i>4220</i>	<i>100</i>

B Número de incendios grandes				
Incendios	≥ 500 ha		≥ 1000 ha	
	Cuadrículas	%	Cuadrículas	%
1	542	65,2	314	79,9
2	178	21,4	58	14,8
3	56	6,7	15	3,8
4	35	4,2	6	1,5
5	9	1,1	0	0,0
≥ 6	12	1,4	0	0,0
<i>Total</i>	<i>831</i>	<i>100</i>	<i>393</i>	<i>100</i>

Tamaño máximo por cuadrícula: 1974-94

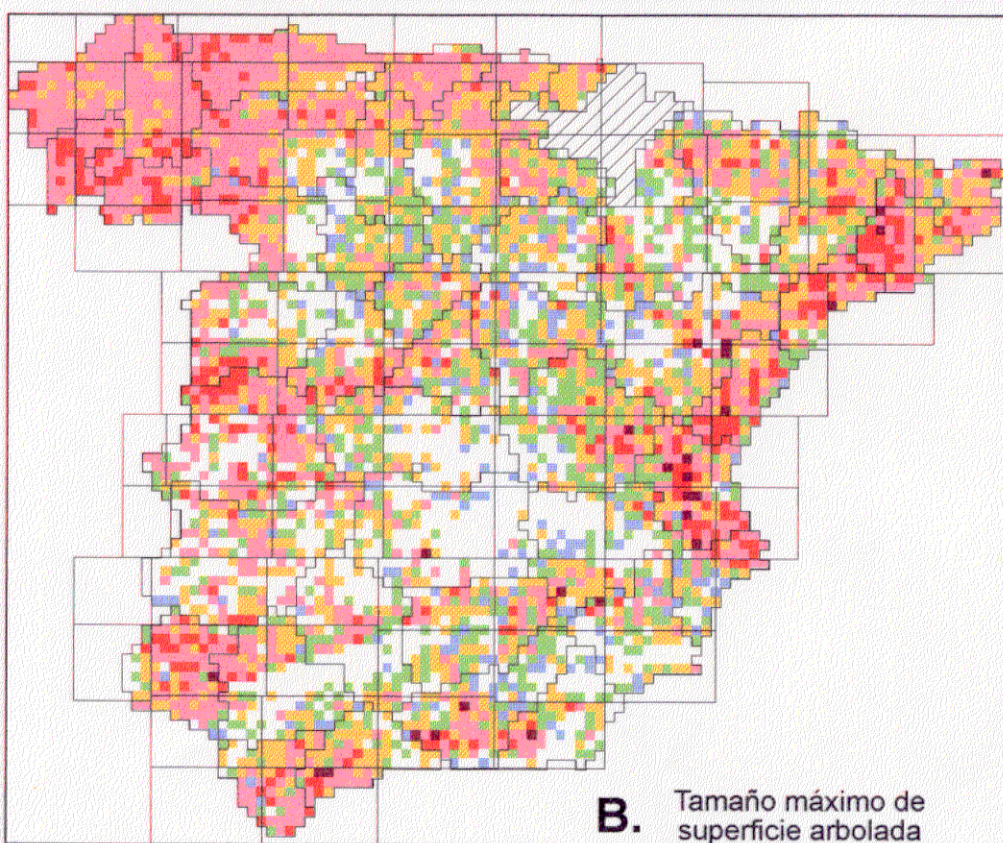
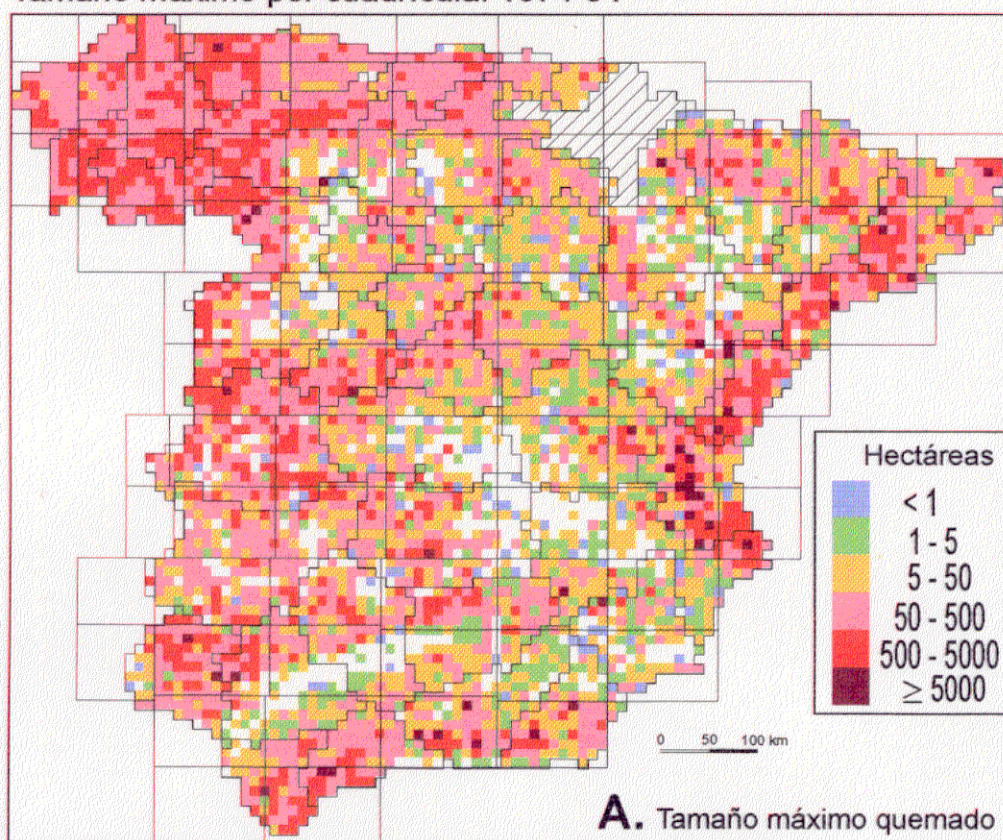


Figura 1.16. (A) Tamaño máximo quemado y (B) tamaño máximo de superficie arbolada para los incendios registrados a nivel de cuadrícula de 10x10 km durante el periodo 1974-94.

Número de grandes incendios por cuadrícula: 1974-94.

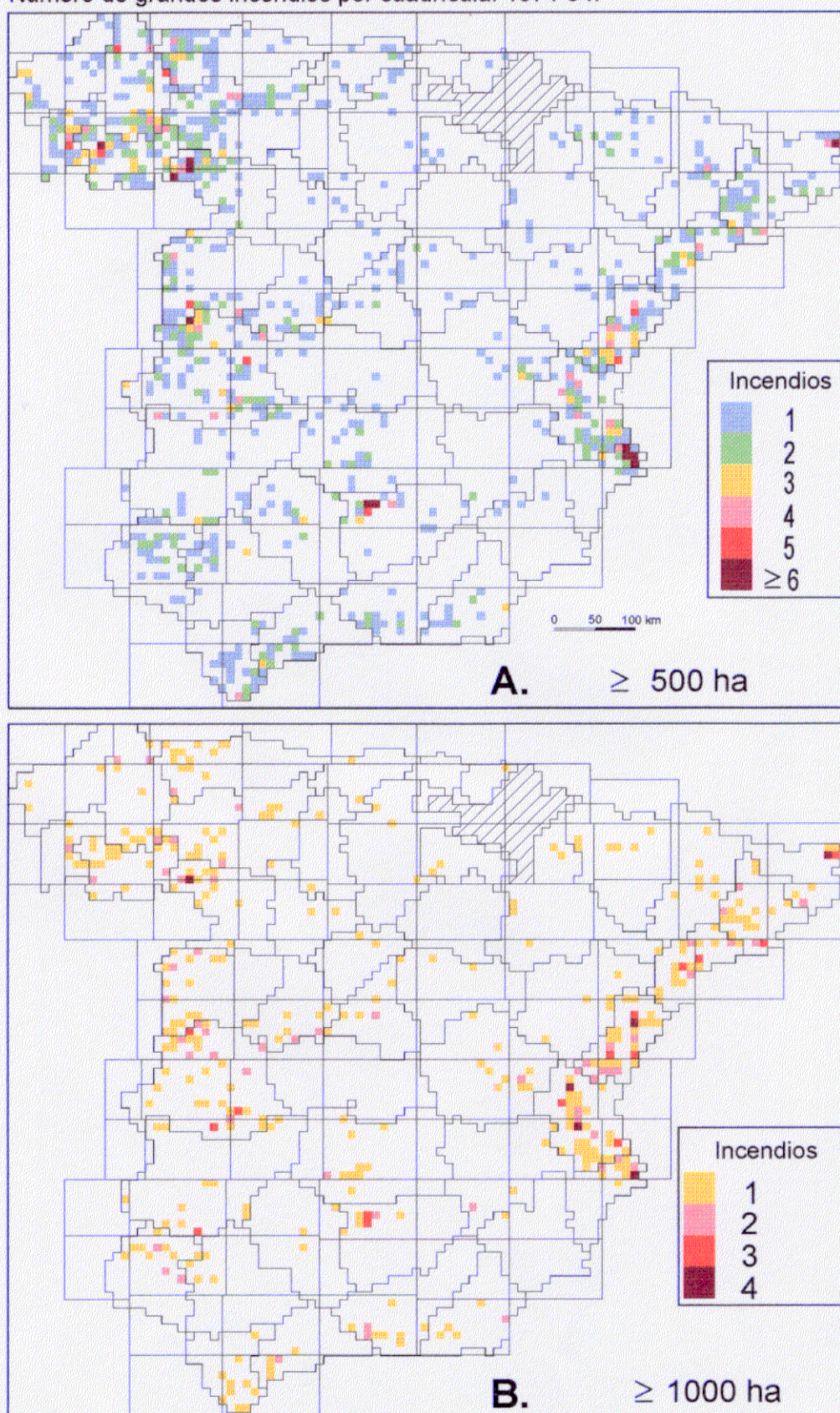


Figura 1.17. (A) Número de incendios con tamaño ≥ 500 ha y (B) número de incendios con tamaño ≥ 1000 ha registrados a nivel de cuadrícula de 10x10 km durante el periodo 1974-94.

1.3.5.2. Grandes incendios

Los considerados habitualmente como grandes incendios (≥ 500 ha), un 0,76% del número total registrado, y un 42% de la superficie total quemada, se han producido en zonas relativamente concretas del territorio nacional, afectando a un 19% del total de cuadrículas con incendios (Figura 1.17A; Tabla 1.8B). Los núcleos principales se localizan en la mitad sur de Galicia y oeste de Zamora, en la parte occidental del Sistema Central (Sierra de Gata y Las Hurdes) y en el litoral levantino (desde el norte de Alicante a Gerona). Otros núcleos importantes se localizan en Sierra Morena (norte de Jaén) y la Serranía de Ronda y Sierra Bermeja. Para determinadas zonas destaca el elevado número de grandes incendios registrados en la misma cuadrícula. Los incendios ≥ 1000 ha (Figura 1.17B; Tabla 1.8B) se han registrado en 393 cuadrículas (un 9% de las cuadrículas con incendios) y han presentado un patrón similar al comentado para los incendios mayores de 500 ha aunque su importancia aumenta hacia el Levante. En el Anexo 4 se ha incluido un listado de los incendios mayores de 1000 ha registrados en este periodo y en el Anexo 10 se presentan mapas del número de incendios de más de 500 ha registrados anualmente por cuadrícula.

1.3.6. Frecuencia de incendios y periodo de rotación

A partir de los datos empleados se obtendría para todo el territorio peninsular una frecuencia de 3,78 incendios por 10.000 ha de superficie forestal y año. El periodo de rotación asociado a la superficie total quemada daría un valor de 100 años, aunque, como se ha visto para la superficie quemada a nivel de cuadrículas, con una variabilidad espacial muy alta. El cálculo de estos componentes del régimen de incendios a nivel de cuadrículas de 10x10 km presenta diversas limitaciones entre las que cabe citar: 1) los grandes incendios, aunque hayan afectado a más de una cuadrícula, están asignados a una sola; 2) muchos incendios han afectado a terrenos previamente recorridos por el fuego, como se pone de manifiesto en el Capítulo 7; y 3) en ciertas cuadrículas se han registrado incendios pero, debido en gran medida al procedimiento empleado en la valoración de la superficie forestal por cuadrícula, el valor estimado para ésta ha sido de cero. De esta manera, el cálculo de la frecuencia de incendios y el periodo de rotación se han llevado a cabo para un 82% de las cuadrículas en las que se han registrado incendios, en las que se han producido un 93% de los incendios totales, habiendo afectado a un 95% de la superficie quemada. La superficie forestal incluida en estas cuadrículas representan un 95% del total estimado para España peninsular. A pesar de estas limitaciones se considera esta aproximación de gran interés en la valoración de la incidencia de los incendios en territorios concretos.

Tabla 1.9. Número de cuadrículas con distinto valor de frecuencia de incendios y periodo de rotación por cuadrícula para el periodo 1974-94 en España peninsular. Estos datos se corresponden con los mostrados en la Figura 1.18.

Frecuencia de incendios			Periodo de rotación		
Incendios 10.000 ha ⁻¹ año ⁻¹	Cuadrículas	%	Años	Cuadrículas	%
< 0,5	933	26	> 1000	1341	37
0,5 - 1	624	17	500-1000	334	9
1 - 5	1328	37	100 - 500	978	27
5 - 25	622	17	50 - 100	400	11
25 - 50	84	2	20 - 50	402	11
≥ 50	42	1	< 20	179	5
<i>Total</i>	<i>3633</i>	<i>100</i>		<i>3633</i>	<i>100</i>

La frecuencia de incendios ha presentado valores superiores a 5 incendios en 10.000 ha⁻¹ año⁻¹ en un 20% de la cuadrículas para las que se ha calculado (Figura 1.18A y Tabla 1.9). La mayor parte de estas cuadrículas se sitúan en el noroeste peninsular, vertiente sur del Sistema Central, costa levantina y diversas áreas del sur peninsular. Por otra parte, periodos de rotación inferiores a 50 años se han obtenido para un 27% de las cuadrículas para las que se ha realizado esta estimación (Figura 1.18B y Tabla 1.9). Las cuadrículas con periodos de rotación cortos se sitúan, en general, en las mismas áreas que han registrado frecuencias de incendios elevadas, aunque aparecen lugares nuevos que se pueden haber visto afectados por incendios grandes. Con respecto a los periodos de rotación es de destacar los valores tan altos obtenidos para numerosas áreas del este peninsular, a pesar de la importante superficie forestal con la que cuentan (ver el Anexo 12).

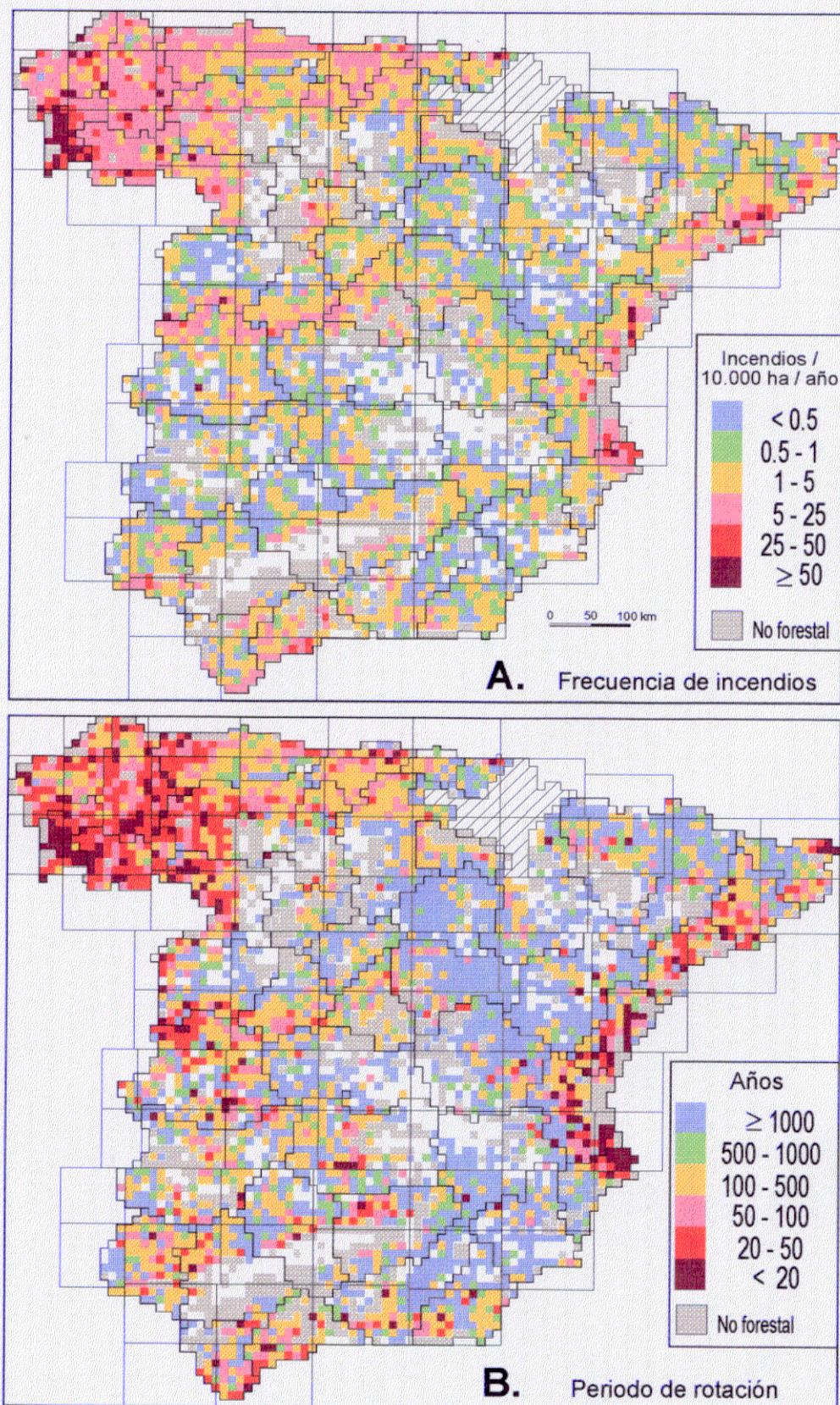


Figura 1.18. (A) Frecuencia de incendios en 10.000 ha de territorio forestal y año y (B) periodo de rotación de la superficie forestal para los incendios registrados en cada cuadrícula. Los incendios asignados a cuadrículas en las que la estimación de la superficie forestal ha sido nula se señalan en gris.

1.4. DISCUSIÓN

1.4.1. Los incendios en España peninsular

Las tendencias registradas en España en relación al número de incendios y a la superficie quemada durante los últimos años han presentado un paralelismo notable en relación a otros países de su entorno socioeconómico. El aumento en el número de incendios, todavía creciente, y el aumento de la superficie quemada hasta valores relativamente estables, aunque muy fluctuantes, son rasgos compartidos en distintos países europeos que han experimentado un desarrollo industrial y de manera paralela un cierto abandono del medio natural. Por el contrario, en países en los que los usos tradicionales del medio rural se mantienen vigentes (recogida de leñas, pastoreo, cultivos en áreas de montaña) no han registrado cambios importantes en las tendencias seguidas por el número de incendios o la superficie quemada (Vélez, 1977, 1991; Le Houerou, 1987; Piuissi, 1991). Esta dependencia entre la incidencia de los incendios y los cambios de uso registrados en los territorios se recogía ya en la exposición de motivos de la Ley de Incendios Forestales de 1968 (BOE, 1968) al citar como causas especialmente importantes en el aumento de los incendios las derivadas del creciente desarrollo económico y social alcanzado por el país. En Portugal se han llegado a establecer relaciones cuantitativas importantes entre la acumulación de combustibles como consecuencia de la productividad primaria de la vegetación en distintas regiones y los combustibles consumidos por el fuego en los últimos años (Rego, 1991). El papel de la recogida de leñas y la disminución de la población rural han sido discutidos frecuentemente en relación al aumento de la incidencia de los incendios (ICONA, 1981) y, entre otras acciones, se han tratado de potenciar métodos de selvicultura preventiva (Vega, 1985; Vélez, 1985, 1990b).

Por otra parte, aunque las condiciones meteorológicas anuales han estado muy relacionadas con la incidencia de los incendios en distintas zonas de España peninsular (Capítulo 4) o Portugal (Viegas y Viegas, 1994) no parece que modificaciones en el clima sean responsables de las tendencias registradas en España y otros países de su entorno socioeconómico en relación a países del sur del Mediterráneo que no han registrado cambios importantes en la incidencia reciente de los incendios (Le Houerou, 1987, Vélez, 1991). De hecho, el análisis de las tendencias de variación climática de las últimas décadas muestra que el Mediterráneo oriental y occidental difieren ligeramente en sus pautas de variabilidad climática, pero, dentro de ambas zonas, no existen diferencias apreciables entre el norte y el sur (ECSN, 1995).

1.4.2. Tendencias en la incidencia de los incendios en España peninsular

1.4.2.1. Patrones generales

En términos generales, el aumento en el número de incendios se ha debido fundamentalmente al aumento de los de pequeño tamaño, esto es, los que se han llegado a controlar a tiempo. El aumento en el número de incendios se ha traducido, por una parte, en cada vez un mayor número de zonas (cuadrículas) afectadas por incendios y, por otra, en un mayor número de incendios por cuadrícula. A nivel espacial hay zonas en las que se ha registrado una alta incidencia de incendios de manera reiterada en la mayoría de los años y otras en las que la incidencia alta se ha producido ocasionalmente en determinados años (ver el Anexo 8, mapas anuales del número de incendios). Las tendencias seguidas por el número de incendios no se han reflejado totalmente en la superficie quemada por éstos. Así, para el periodo analizado no se aprecia una tendencia clara en cuanto a la magnitud de la superficie quemada por cuadrícula (ver los mapas anuales de la superficie quemada en el Anexo 9).

1.4.2.2. Tipo de vegetación quemada

En los datos mostrados se aprecia que, a partir de los años 80, el aumento más importante ha correspondido a los incendios que han afectado únicamente a superficie desarbolada. La importancia creciente de la superficie desarbolada en los incendios registrados puede estar relacionada en parte con el abandono del territorio y en parte también con las áreas afectadas por incendios previos. Los restos de vegetación no quemada y la gran superficie afectada con una vegetación post-incendio de características similares hace de estos territorios zonas muy susceptibles a verse afectados nuevamente por el fuego. La cartografía y análisis detallado de la historia de los incendios en una zona de la Sierra de Gredos (Capítulo 7) ha puesto de manifiesto la importancia de las áreas que se han visto afectadas por incendios en más de una ocasión en periodos muy cortos de tiempo, habiéndose documentado un intervalo de recurrencia medio entre incendios para las áreas quemadas en más de una ocasión en esta zona durante el periodo 1970-90 próximo a los 7 años. Por otra parte, el balance entre las superficie repoblada con especies arbóreas y la superficie arbolada afectada por incendios comenzó a ser desfavorable para las primeras ya al inicio de los años 80 (ICONA, 1981). Hasta el año 1980 la superficie quemada representaba aproximadamente un 25% de la superficie repoblada anualmente. A partir de esa fecha el esfuerzo repoblador disminuye y la superficie quemada aumenta. Las repoblaciones con especies de crecimiento rápido, pinos y eucaliptos, tienen una doble importancia sobre el régimen de incendios. Por un

y la superficie quemada aumenta. Las repoblaciones con especies de crecimiento rápido, pinos y eucaliptos, tienen una doble importancia sobre el régimen de incendios. Por un lado, provocan alteraciones en el paisaje (en ocasiones forman grandes masas homogéneas) y, por otro, han dado lugar en determinadas zonas a un cierto rechazo en la población rural (Vélez, 1990a). La susceptibilidad al fuego de las masas repobladas es mayor cuando son jóvenes y no han sido manejadas. Este hecho se pone en evidencia con los datos de la edad a la que se han visto afectadas por el fuego, observándose que, en muchos lugares no han llegado a formar un bosque maduro o al menos susceptible de explotación forestal. Por otra parte, el tipo de propiedad del monte, en cuanto que se puede relacionar con la gestión y manejo de éste, se ha mostrado como un elemento muy importante en la incidencia que han tenido los incendios sobre distintas regiones (Prieto, 1989).

1.4.3. Tendencia hacia un mayor peso de los grandes incendios

El tamaño máximo de los incendios registrados por cuadrícula ha superado las 50 ha en gran parte del territorio peninsular y las 500 ha en una proporción también muy importante. Estos incendios de gran tamaño son los responsables de gran parte de la superficie total quemada y los que resultan más perjudiciales para los ecosistemas afectados tanto por las pérdidas de suelo que pueden acarrear (Vega y Díaz-Fierros, 1987; Meyer et al., 1992) como, en la medida en que se pueda relacionar la magnitud del incendio y la intensidad del fuego, por sus efectos sobre la vegetación (Moreno y Oechel, 1994).

La magnitud de la superficie quemada en un incendio está determinada en parte por el patrón espacial del paisaje en el que se propaga (Knight, 1987). Así, mientras la fragmentación de hábitats es uno de los puntos centrales en la problemática conservacionista actual (Noss, 1983; 1987), el polo opuesto, esto es, la homogeneización de territorios previamente fragmentados por distintos tipos de uso es uno de los elementos centrales en la problemática de los incendios. Para unas mismas condiciones geográficas y climáticas, Minnich (1983) puso de manifiesto al comparar el sur de California (USA) con el norte de Baja California (México) cómo en el sur de California, a pesar del menor número de incendios, la superficie quemada ha resultado equivalente pero los incendios han sido de mayor tamaño que los registrados en Baja California (Chou et al., 1993a). Esto se ha producido a pesar de, y debido a, la supresión activa de los incendios en el sur de California. En Baja California los numerosos incendios y la no intervención en la mayoría de ellos han mantenido un mosaico espacial capaz de limitar la propagación de los grandes incendios. Esta paradoja es similar, hasta cierto punto, a la

Tanto el número de incendios (sin considerar los conatos) como la superficie quemada por la gran mayoría de los incendios están en la actualidad condicionados por la eficacia en la extinción y los recursos económicos empleados. En la actualidad se accede al 98% de los incendios en un periodo de tiempo inferior a una hora desde que son detectados (Vélez, 1995). No obstante, unos pocos incendios, los que afectan a la mayoría de la superficie quemada, escapan por su magnitud al control por parte del hombre y dependen del entorno en el que se desarrollan y de las condiciones meteorológicas reinantes en regiones amplias, lo que frecuentemente da lugar a la simultaneidad de distintos incendios, y por tanto a la limitación de los recursos disponibles. Greenlee (1995) se refirió a los efectos de esta política con la expresión “morir de éxito”: se controlan la mayoría de los incendios pero los que escapan son más devastadores y encuentran un medio apropiado para propagarse. Esta política de conservación errónea aplicada a espacios protegidos puede dar lugar a catástrofes sin precedentes en la cuenca mediterránea (Naveh, 1995).

Los datos aquí aportados ilustran la tendencia variable pero creciente hacia un mayor peso de los incendios grandes en el conjunto del total de incendios (Vélez, 1995). Y aunque la tendencia del tamaño medio de un incendio es claramente hacia la disminución en los últimos años, no lo es así la correspondiente a la superficie quemada por los incendios mayores. Años como 1994, donde unos pocos incendios llegan a afectar a elevados porcentajes de la superficie quemada, obligan a reflexionar acerca de la posible estrategia a seguir para disminuir la superficie afectada. Los datos obtenidos sobre las condiciones en las que ocurren los incendios grandes (no se muestran), aunque también muy variables, muestran cómo los incendios grandes tienden a producirse en condiciones más adversas, condiciones que hacen más difícil la lucha contra el fuego. Habida cuenta la importancia de estos incendios, parece razonable diseñar una estrategia específicamente dirigida a evitar, o cuando menos, disminuir el riesgo de ocurrencia no ya de cualquier incendio, sino de aquellos que potencialmente pueden adquirir grandes dimensiones.

ABRIR PARTE I - CAP. 2.

